

2023 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)

2022年9月10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) Scope (研究社 2019年)

(注)

stock exchange : 株取引、株式市場、証券取引所
disorder : 無秩序、乱雑さ、エントロピー
second law of thermodynamics : 熱力学第2法則

dissipate : 放散する
expel : 放出する

設問

- (1) 下線部(1)の根拠として著者が考えている内容を、日本語で簡潔に答えなさい。
- (2) (2)に入る前置詞を答えなさい。
- (3) 下線部(3)を訳しなさい。
- (4) 下線部(4)について、the direction of time と disorder との関係を、日本語で分かりやすく説明しなさい。
- (5) 下線部(5)が指し示す内容を本文中から抜き出し、英語で答えなさい。

2023 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)

2022 年 9 月 10 日 (土)

II (英語)

以下の英文は "Tornado Season Returns" と題した記事で、5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題に、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。

【引用部分は削除しています】

(Science & Technology, Voice of America Learning English 2013 年 5 月 28 日の放送原稿より抜粋)

- (1) 竜巻はどのようなしくみで発生するか、答えなさい。
- (2) 竜巻の大きさと強さの関係について説明しなさい。
- (3) 竜巻の移動速度について説明しなさい。
- (4) tornado chasers と呼ばれる人たちの活動の理由 (目的) は何か、答えなさい。
- (5) VORTEX2 というプロジェクトの目標 (目的) は何か、答えなさい。

2023 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)

2022 年 9 月 10 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 間につき 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)

2 次元空間において、直交座標 (x, y) と極座標 (r, θ) を考える。すなわち、
$$\begin{cases} x = r \cos \theta \\ y = r \sin \theta \end{cases}$$

とする。以下の問に答えなさい。

- (1) $\frac{\partial x}{\partial r}$ と $\frac{\partial x}{\partial \theta}$ を極座標で求めなさい。また、 $\frac{\partial r}{\partial x}$ と $\frac{\partial \theta}{\partial x}$ を極座標で求めなさい。
- (2) 関数 $f = \frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2}}$ とするとき、関数 $g = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2$ を極座標で求めなさい。
- (3) (2) の g について、 $\iint_D g \, dx \, dy$ を求めなさい。

ここで、領域 $D = \{(x, y) \mid x^2 + y^2 > 1\}$ とする。

II (数学)

次の問に答えなさい。

- (1) 次の行列 A が正則行列であるか否かを答えなさい。さらに、正則行列ならば逆行列 A^{-1} を求めなさい。

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 4 \\ 1 & 1 & 8 \end{pmatrix}$$

- (2) 次の行列 B について行列式 $|B|$ の値を求めなさい。

$$B = \begin{pmatrix} 11 & 21 & 41 & 1 \\ 3 & 41 & 73 & 0 \\ 0 & -2 & -21 & 0 \\ 0 & 0 & -5 & 0 \end{pmatrix}^3 \begin{pmatrix} 5 & 61 & 31 & 1 \\ 0 & -1 & 9 & 5 \\ 0 & 0 & 3 & 2 \\ 0 & 0 & 5 & 4 \end{pmatrix}^4$$

2023 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)

2022 年 9 月 10 日 (土)

Ⅲ(電気回路)

インダクタンス L [H]、キャパシタンス C [F]、および抵抗 $R=10\ \Omega$ の回路素子がある。以下の問いに答えなさい。ただし、用いた交流電源は実効値 50 V であり、周波数 f [Hz] は固定であるとする。

- (1) 3つの回路素子 L, C および R を直列に接続し、交流電圧を印加した。その時の回路図を書きなさい。
- (2) 合成インピーダンスの大きさ Z [Ω] を求めなさい。
- (3) コンダクタンス G [S] を求めなさい。また、サセプタンス B [S] を求めなさい。
- (4) この回路に実効値 5 A の電流が流れた。回路の状態を簡単に説明しなさい。
- (5) 次に回路素子 L, C および R をすべて並列につなぎ変えた。回路図を書きなさい。
- (6) (5)において、合成アドミタンスの大きさ Y [S] を求めなさい。また、その時の合成アドミタンスの偏角 θ [rad] を求めなさい。
- (7) (5)において、並列回路に流れた全電流の実効値 I [A] を求めなさい。

2023 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)

2022 年 9 月 10 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)

「潮の満ち引き」とは、どのような現象か、説明しなさい。また、それは、どのようなしくみで発生するか、すなわち、どのような力が働き、どのような運動をする結果として、発生するのか、論理的に説明しなさい。

Ⅱ(電磁気学)

マクスウェル方程式微分形は

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \rho$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = 0$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

(\vec{D} は電束密度、 ρ は電荷密度、 \vec{B} は磁束密度、 \vec{H} は磁場、 \vec{j} は電流密度、 \vec{E} は電場)と表せる。ただし $\vec{\nabla} = (\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z})$ である。

また次の関係式も成り立つ。

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E}$$

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$$

ここで μ_0 は真空透磁率、 ϵ_0 は真空誘電率である。

次の問いに答えなさい。

- (1) 真空中のマクスウェルの方程式 ($\vec{j} = 0, \rho = 0$) を \vec{D} と \vec{B} を消去して、 \vec{E} 、 \vec{H} 、 μ_0 、 ϵ_0 で示しなさい。
- (2) (1) で求めた真空中のマクスウェルの方程式を用いて電場 \vec{E} に関する波動方程式と磁場 \vec{H} に関する波動方程式(電磁波の波動方程式)を導きなさい。必要があれば次の等式を用いなさい ($\vec{\nabla} \cdot \vec{\nabla} = \nabla^2$)。

$$\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{E}) = \vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{E}) - \nabla^2 \vec{E} \quad \vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{H}) = \vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{H}) - \nabla^2 \vec{H}$$
- (3) 真空中の電磁波の進む速さ v を μ_0 、 ϵ_0 を用いて表しなさい。
- (4) $\mu_0 = 1.26 \times 10^{-6} [H/m]$ 、 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} [F/m]$ の時、(3)で求めた v の数値を求め、光速と比較しなさい。なお $\sqrt{1.26 \times 8.85} = 3.33$ である。

2023 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)

2022年9月10日(土)

Ⅲ(電子工学)

以下の金属と半導体の性質、および両者の接触に関する問いについて、答えなさい。なお、電気素量 $\epsilon = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ とする。問題文中にある(ア)~(ク)の空欄には、適切な文字、数式のいずれかで埋め、空欄の中に"/"を挟む形で選択肢が書かれている場合は、その中から正しいものを選びなさい。また、数値を求める場合は有効数字2桁で答えなさい。

- (1) 清浄表面を有する金 (Au) の板に光を照射すると光電効果により光電子が放出される。入射光の周波数 $f[\text{Hz}]$ を変化させて、放出される電子の運動エネルギー $K_{\text{max}}[\text{J}]$ の最大値を測定した。その結果を図1に示す。図1から、Auの仕事関数 ϕ_m の値 $[\text{eV}]$ を求めなさい。
- (2) 図2の左側はAuのエネルギーバンド図であり、 ϕ_m は(1)で求めた値である。この図の E_F はフェルミ準位と呼ばれる。金属において、フェルミ準位とはどのような概念か説明しなさい。また、 $E[\text{eV}]$, $E_F[\text{eV}]$, 温度 $T[\text{K}]$, ボルツマン定数 $k_B[\text{eV K}^{-1}]$ を用いて、以下の電子エネルギー E に対するフェルミ・ディラック分布関数を完成させなさい。

$$f(E) = 1 / \{ 1 + \exp(\text{ (ア) }) \}$$

- (3) 図2の右側はシリコン (Si) のエネルギーバンド図である。このSiは(イ) p型 / n型半導体であり、多数キャリアは(ウ) 電子 / 正孔である。このとき、不純物として加えた元素を(エ) と呼ぶ。また、図2の $\chi_s[\text{eV}]$ は、(オ) と呼ばれるエネルギーである。
- (4) エネルギーバンド図が図2となるAuとSiを接触(理想的な接合を形成)させた。このとき、図2に示す ϕ_s , ϕ_m , χ_s のいずれかの記号を用いて、障壁高さ $\phi_B = \text{ (カ) } [\text{eV}]$ 、拡散電位 $V_d = \text{ (キ) } / e [\text{V}]$ と表すことができる。
- (5) 熱平衡状態に至った接触時のエネルギーバンド図を描きなさい。また、同図中において、 ϕ_B および eV_d がどの部分の電位障壁に対応するか、 ϕ_B および eV_d の記号を用いて示しなさい。
- (6) AuとSiを接触させた状態は、(ク) オーム性 / ショットキー 接触である。
- (7) AuとSiを接触させた状態において、Au側が正、Si側がGNDとなるように電圧 $V[\text{V}]$ を印加した場合のエネルギーバンド図を描きなさい。

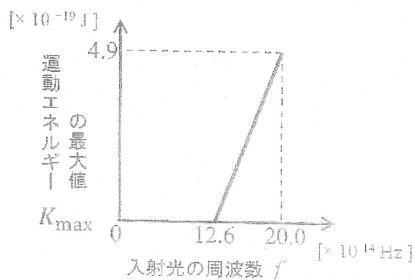


図1 Au に対して測定した光電効果の結果。

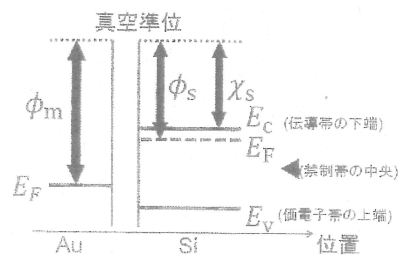


図2 Au と Si のエネルギーバンド図 (接触前)。

2023 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)

2022 年 9 月 10 日 (土)

IV(コンピュータサイエンス)

次の C 言語プログラムでは、各ノードのデータが文字列であるような線形リストが表現されている。ただし、①には適切なコードが記述されているものとする。この C 言語プログラムについて、以下の問いに答えなさい。

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

typedef struct node{
    char data[15];
    struct node *next;
}LISTEL;

struct node *root;

void construct_list(char **name)
{
    struct node *p;
    int i;
    for (i = 0; i < 5; i++) {
        p = (struct node *)malloc(sizeof(LISTEL));
        strcpy(p->data, name[i]);
        p->next = root;
        root = p;
    }
}

void write_list(void)
{
    struct node *p;
    p = root;
```

```
while (p != NULL) {
    printf("%s\n", p->data);
    p = p->next;
}

struct node *search(char *x)
{
    ①
}

int main(void)
{
    char x[15];
    struct node *q;
    char *name[5] = {"Inoue", "Ueda", "Okada",
                    "Tanaka", "Yamada"};

    root = NULL;
    construct_list(name);
    write_list();
    scanf("%s", x);
    q = search(x);
    return 0;
}
```

- (1) 関数 void construct_list(char **name) 内にある処理 p = (struct node *)malloc(sizeof(LISTEL)) において、malloc 関数は何を行い、p に何が代入されるか説明しなさい。
- (2) main 関数内で write_list() が実行されたとき、標準出力への出力結果を示しなさい。
- (3) 関数 struct node *search(char *x) は、文字列 x を線形リストから探索し、それが線形リストに格納されていた場合には、found を標準出力に出力して格納されていたノードのアドレスを返し、そうでない場合には、not found を標準出力に出力して NULL を返すものである。このとき、①に適切なコードを挿入し、上記の C 言語プログラムを完成させなさい。

2023 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)

2022 年 9 月 10 日 (土)

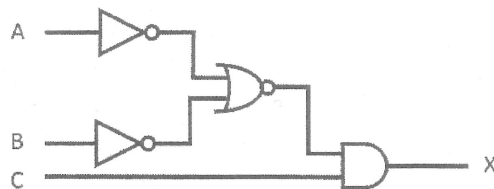
V(コンピュータ工学)

(1) 負の整数-24を、下記の指示に従って表現しなさい。

- (a) 8ビットの2進数に対する1の補数表現
- (b) 16ビットの2進数に対する1の補数表現
- (c) 8ビットの2進数に対する2の補数表現
- (d) 16ビットの2進数に対する2の補数表現

(2) 次の図に示すデジタル回路について考える。

- (a) この回路と同一の動作を行う最も簡潔な回路を描きなさい。
最も簡潔とは、用いるゲート数が最小となる回路のことを言う。
- (b) この回路の真理値表を書きなさい。
- (c) この回路と等価の論理関数を書きなさい。



2023 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

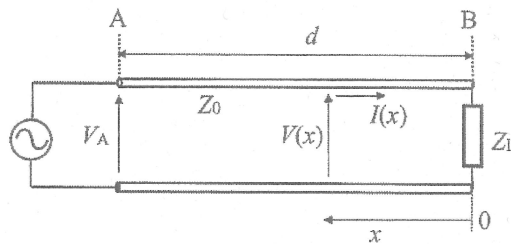
(理工学研究科 電子情報学専攻)

(科目名:専門Ⅱ)

2022 年 9 月 10 日 (土)

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 とする。

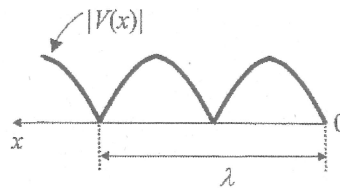


負荷から距離 d 離れた A 端の電圧を V_A とすると、線路上任意の点 x での電圧 $V(x)$ と電流 $I(x)$ は以下のように表わされる。

$$V(x) = V_A \frac{Z_L \cos \beta x + jZ_0 \sin \beta x}{Z_L \cos \beta d + jZ_0 \sin \beta d} \quad I(x) = \frac{V_A Z_0 \cos \beta x + jZ_L \sin \beta x}{Z_0 Z_L \cos \beta d + jZ_0 \sin \beta d}$$

ここで、 β は位相定数である (βd が $\pi/2$ の整数倍にならないとする)。この線路上の電圧 $V(x)$ と電流 $I(x)$ について、以下の問いに答えなさい。

- (1) 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。
- (2) (1)の線路において、 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。ここで、 λ が入射波と反射波の波長である。下図の上に、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。
- (4) (3)の線路において、線路上の電圧の実効値 $|V(x)|$ の分布、および電流の実効値 $|I(x)|$ の分布を描きなさい。

VII(信号処理技術)

4ビットの通報 $i = (i_1 i_2 i_3 i_4)$ に対し、符号長 n の 2 元符号を対応させる場合、以下の問いに答えなさい。

- (1) 単一誤りを検出するためには、符号間の最小距離 d_{\min} をいくら以上にすればよいか答えなさい。
- (2) 通報 $i = (i_1 i_2 i_3 i_4)$ に対し、符号長 5 の符号語 $w = (i_1 i_2 i_3 i_4 x)$ で表される単一パリティ検査符号を対応させる時、 x が満たすべき線形方程式を答えなさい。
- (3) (2) で与えられる単一パリティ検査符号において、単一誤りを検出できる原理を説明しなさい。
- (4) 次式で表される検査行列 H を有する符号長 7 のハミング符号 w を考える。

$$H = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

通報 $i = (1 0 1 1)$ に対する符号語 $w_i = (1 0 1 1 x_1 x_2 x_3)$ は、 $Hw_i^T = 0$ を満たさなければならない。符号語 $w_i = (1 0 1 1 x_1 x_2 x_3)$ を求めなさい。

- (5) (4) で求めた符号語 w_i に単一誤り e (7ビットの内、1か所だけ 1、他のビットは全て 0) が生じた場合、受信語 y は $y = w_i + e$ で表される。この受信語 y に対して単一誤り訂正が可能であることを、検査行列 H の性質を用いて説明しなさい。

2023 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)

(科目名:英語)

2022 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

I. The Greenhouse Effect と題された以下の英文を読み、問 1～問 5 の解答を解答欄 I に書きなさい。

【引用部分は削除しています】

(出典: BASIC TECHNICAL ENGLISH)

【参考】 the greenhouse effect: 温室効果, consequence: 結果, glass pane: ガラス板, infrared heat: 赤外線熱, visible: 目に見える, radiation: 放射, concentration: 集中, million: 百万, fuel: 燃料

問 1 下線部①に入る英単語として最も適切なものを、次の(A)～(E)の中から選び、記号で答えなさい。

- (A) bended
- (B) reacted
- (C) reflected
- (D) absorbed
- (E) passed

問 2 下線部②に入る語句として最も適切なものを、次の(A)～(E)の中から選び、記号で答えなさい。

- (A) Nitrogen
- (B) Argon
- (C) Helium
- (D) Oxygen
- (E) Carbon dioxide

問 3 下線部③を和訳しなさい。

問 4 以下の (1)～(3) について、本文の内容と一致する場合は○、一致しない場合は×、また本文で言及されていない場合は△を記入しなさい。

- (1) Scientists agree that the earth will soon get much warmer.
- (2) Lots of people do not take many of these scientists have told about weather changes seriously.
- (3) Scientist knew very little about the greenhouse effect until they had studied what was going on in a greenhouse.

問5 以下の (1) ~ (5) の各単語の説明として、適切なものを (a) ~ (g) の中から選び、記号で答えなさい。
(1) expert (2) atmosphere (3) layer (4) fossil (5) scientist

- (a) a thickness of some material laid over a surface
- (b) a person who studies science
- (c) an electric wave of very short length
- (d) a ray of light going parallel to everywhere
- (e) a person with special knowledge or training
- (f) the mixture of gases that surrounds the earth
- (g) a hardened part or print of an animal or planet of long ago

II. The Physical Significance of Entropy に関する以下の英文を読み、下線部①および②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】

(出典：THE ELEMENTS OF PHYSICAL CHEMISTRY)

【参考】 nevertheless : それにもかかわらず, spontaneous : 自然発生の, accompany : 同行する,
disorder : 乱雑, chaos : カオス, in so far as : するかぎり, segregate : 分離する,
conduction : 伝導, distribution : 分配, diffuse : 拡散する, concentrate : 集中する

III. Working Drawing と題された以下の英文を読み、問1と問2の解答を解答欄IIIに書きなさい。

【引用部分は削除しています】

(出典：METAL WORK)

【参考】 shop : 工場

問1 上記の英文を日本語で要約しなさい。

問2 次の問いに対する自分の考えを英語で述べなさい。

What do you think about the significance of the "working drawing" ?

(科目名：英語)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

解答欄I

問 1		問 2		
問 3				
問 4 (1)		問 4 (2)		問 4 (3)
問 5 (1)	問 5 (2)	問 5 (3)	問 5 (4)	問 5 (5)

解答欄II

下線部①の和訳
下線部②の和訳

解答欄III

問 1
問 2

得点

2023 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)

2022 年 9 月 10 日 (土)

(科目名：専門 I)

数学

I. ベルヌーイの微分方程式

$$y' + P(x)y = q(x)y^\alpha \quad (\alpha \neq 0, 1)$$

について、以下の問いに答えなさい。

(1) 上記のベルヌーイの微分方程式を $u = y^{1-\alpha}$ で変換することにより、1 階微分方程式

$$u' + (1-\alpha)p(x)u = (1-\alpha)q(x)$$

となることを証明しなさい。

(2) (1)の結果を利用して、微分方程式

$$xy' + y = x^3y^2$$

を求めなさい。

もし、必要なら 1 階微分方程式

$$u' + a(x)u = b(x)$$

の一般解が

$$u = e^{-\int a(x)dx} \left[\int b(x)e^{\int a(x)dx} dx + C \right]$$

であることを利用してもよい。

II. 行列 $R(\theta) = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$ について、以下の問いに答えなさい。

(1) $R(\alpha)R(\beta) = R(\alpha + \beta)$ であることを証明しなさい。

(2) $\alpha = \frac{\pi}{3}$, $\beta = \frac{\pi}{6}$, $\vec{x} = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$ のとき、

$$R(\alpha)R(\beta)\vec{x}$$

を求めなさい。

III. 原点を O とし、点 $A(2,1)$ を通って、 x 軸 ($x > 0$)、 y 軸 ($y > 0$) とともに交わる直線の交点を、それぞれ、点 P 、点 Q としたときについて、以下の問いに答えなさい。

(1) $OP+OQ$ の最小値を求めなさい。

(2) $\triangle OPQ$ の面積の最小値を求めなさい。

2023 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)

2022 年 9 月 10 日 (土)

(科目名：専門 I)

物理

- I. 図 1 のような質量 M , 長さ $3L$ の一様で細い棒において, 端から L の位置を通り, 棒に垂直な回転軸 AB のまわりの慣性モーメント I を求めなさい。

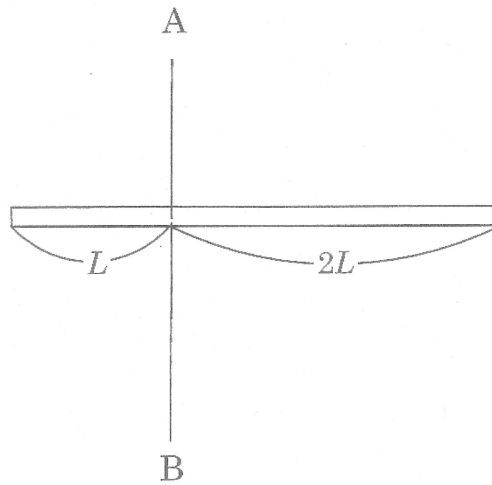


図 1

- II. x 軸上の運動を考える。時刻 $t = 0$ において, 位置 $x = 0$, 初速度 $v_0 = 0$ で出発し, 時刻 $t (> 0)$ において加速度 $a = 2 + 5t$ の運動をした。
- (1) 時刻 t における速さ v を t で表しなさい。
 - (2) 時刻 t における位置 x を t で表しなさい。
- III. xy 平面上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 $F_x = y^2, F_y = x^2y$ で与えられている。原点 $O(0, 0)$ から, 点 $P(A, A)$ まで, $y = x$ 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。

2023 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）

2022 年 9 月 10 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）

2023 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)

2022 年 9 月 10 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

機械材料・強度学

I. 機械材料学に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 鉄鋼材料に関する次の文で () の中から適切な単語を一つ選択しなさい。

Fe に少量の C が合金されたものを (鑄鋼, 炭素鋼, 過共析鋼) と呼んでいる。一方, 純鉄は C をほとんど含んでいない。純鉄は室温では (bcc 構造, fcc 構造, ちゅう密六方構造) であり, これを α Fe あるいは (オーステナイト, マルテンサイト, フェライト) という。純鉄を加熱すると 912°C で (bcc 構造, fcc 構造, ちゅう密六方構造) の γ Fe あるいは (オーステナイト, マルテンサイト, フェライト) と呼ばれる相に変化する。なお, フェライトの C 固溶量は, 727°C で最大となり固溶量は (0.02%, 0.2%, 2.0%, 20%) である。

- (2) 鉄鋼材料の熱処理に関する以下の問いに答えなさい。

鋼材を 1000°C 程度の高温から上部臨界冷却速度よりも速い速度で急冷すると焼入れ硬化する場合があるが, このときの鋼材組織を何と呼ぶか。また, この硬化組織はもろいので, そのまま実用に供することはない。焼入れ鋼を A1 点以下の適当な温度に加熱して組織と性質を調整する熱処理を何と呼ぶか。

- (3) アルミニウム合金に関する次の文で () の中から適切な単語を一つ選択しなさい。

Al-Cu 系合金の状態図で Al 側の固溶体は (約 50°C, 約 300°C, 約 550°C) では (溶媒, 溶質, 不純物) 成分である Cu を約 5.7mass% まで固溶する。一定組成の合金を高温の均一固溶体の状態から急冷すると高温の状態をそのまま室温に持ちこすこととなる。この (過飽和, 不均質, 欠陥) 固溶体は常温で分解する傾向がある。時間の経過とともに性質が変化する現象を一般に (焼入れ, 時効, 焼きなまし) と呼んでいる。

II. 材料強度学に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) シャルピ衝撃試験において, ある温度を境にしてぜい性破面率が急変することがある。この温度を何と呼ぶか。
- (2) 上記温度は試験片に依存し, 荷重速度(ひずみ速度)にも依存する。そのため, シャルピ衝撃試験規格においてどのような規定がされているかを 40 文字程度で説明しなさい。
- (3) シャルピ衝撃試験で試験片の破壊に費やされたエネルギーをどのようにして算出するか。80 文字程度で説明しなさい。
- (4) 鋼材においてぜい性破壊が起こりやすくなる因子として 3 点挙げられる。因子毎に 20 文字程度で説明しなさい。

2023 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)

2022 年 9 月 10 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

材料力学

- I. 図 1 に示すように、断面積 S [m^2], 長さ l [m] の棒の両端 A, B を固定し、A 端より長さ a [m] の C-C' 断面に荷重 P_1 [N], B 端より長さ b [m] の D-D' 断面に荷重 P_2 [N] を矢印の向きに加えた。棒の AC, CD, DB 部に発生する応力をそれぞれ求めなさい。ただし、棒のヤング率を E [Pa] とする。なお、棒の自重は無視し、座屈は生じないものとする。

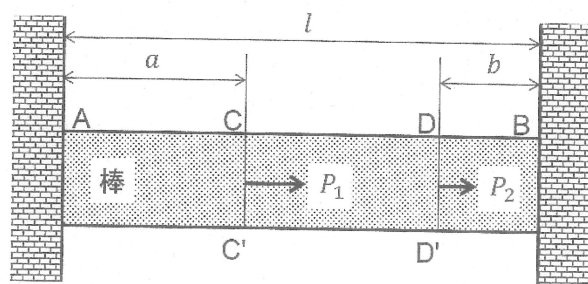


図 1

- II. 図 2 に示すような、幅 $4a$ [m], 高さ $6a$ [m] の H 型断面を持つ長さ l [m] の棒の一端 B を固定した片持ちばりの先端 A に、 P [N] の集中荷重を与えた。このはりの中立軸まわりの断面二次モーメントを求め、このはりに発生する最大曲げ応力を求めなさい。なお、棒の自重は考慮しないものとする。

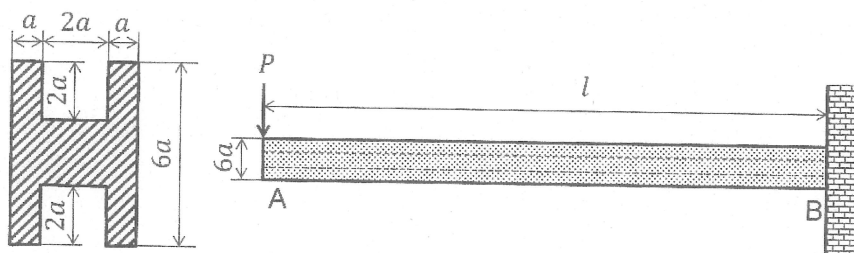


図 2

2023 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)

2022 年 9 月 10 日 (土)

(科目名: 専門Ⅱ)

熱力学

- I. ピストンとシリンダーからなる熱機関において, 状態 1→2 および状態 3→4 の断熱圧縮および断熱膨張過程と状態 2→3 および状態 4→1 の等積加熱および等積冷却過程からなる理想気体を用いたガスサイクルについて考える。熱機関内部の気体の質量を m [kg], 比熱比 κ , 気体定数を R [J/(kg·K)], 体積を V [m³], 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。
 - (1) 定積比熱 c_v および定圧比熱 c_p を, 比熱比 κ と気体定数 R を用いて示しなさい。
 - (2) 圧縮比 $\varepsilon = V_1/V_2$ を用いて, T_2 と T_1 の関係を示しなさい。
 - (3) 状態 2→3 の過程において系に流入した熱量を各状態の温度を用いて示しなさい。
 - (4) 状態 3→4 の過程において外部にした仕事を各状態の温度を用いて示しなさい。
 - (5) このサイクルの熱効率を各状態 1~4 の温度 $T_1 \sim T_4$ を用いて示しなさい。
 - (6) このサイクルにおける圧力 p と体積 V の関係を示す p - V 線図を示しなさい。状態 1,2,3,4 の位置および線図の形状がわかるように示すこと。
 - (7) このサイクルにおける温度 T とエントロピー S [J/K] の関係を示す T - S 線図を示しなさい。状態 1,2,3,4 の位置および線図の形状がわかるように示すこと。

2023 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)

2022 年 9 月 10 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

流体力学

- I. 図 1 に示すベンチュリ管において、断面②における流体の速度を断面①における流体の速度を用いず求めなさい。ただし、損失などはなく、流体の密度を ρ [kg/m^3]、断面①、②における管内径と流体の速度を d_1, d_2 [m], v_1, v_2 [m/s]、示差マンメータに入っている水銀の密度を ρ' [kg/m^3]、液面高さの差を h [m]、重力加速度を g [m/s^2]、円周率を π とする。

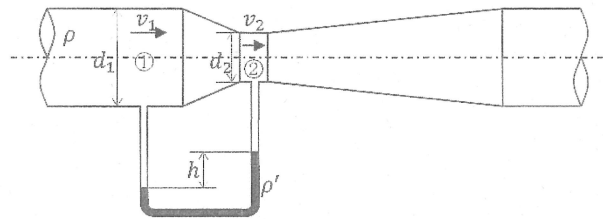


図 1

- II. 図 2 に示す水平と鉛直からなる管路から噴出する水が垂直に平板に当たっている。ただし、タンクは十分大きく、その水位は一定であると、水の密度を ρ [kg/m^3]、管の中心からタンク水面までの距離を H [m]、管径を d [m]、それぞれの管の長さを L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 [m]、管入口の損失係数を ζ_{in} 、1 個のエルボの損失係数を ζ_e 、管摩擦係数を λ 、重力加速度を g [m/s^2]、円周率を π とする。
- (1) 各種の損失がない場合の出口から噴出する水の質量流量を求めなさい。
 - (2) 各種の損失がある場合の出口から噴出する水の体積流量を求めなさい。
 - (3) 各種の損失がある場合、平板にかかる力を求めなさい。

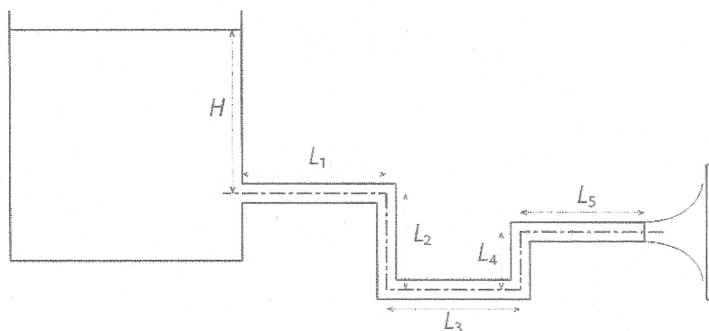


図 2

2023 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)

2022 年 9 月 10 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

機械力学

- I. 図 1 に示す質量 m ，ばね定数 k ，および粘性減衰係数 c から成る一自由度系について以下の問いに答えなさい。 t は時間， $x(t)$ は釣り合い位置からの振動変位を示す。
- (1) この一自由度系の不減衰固有角振動数 ω_0 と固有周期 T_0 を m と k を用いて表しなさい。
 - (2) この一自由度系の減衰比 ζ を m, k, c を用いて表しなさい。
 - (3) 下の土台が $a \sin \omega t$ の変位加振を受けるとき，この一自由度系の強制振動の運動方程式を記述しなさい。ただし， a は変位加振の振幅， ω は角振動数である。
- II. 図 2 に，一平面内で上下方向の並進運動と回転運動を行う自動車の剛体モデルを示す。 t を時間， G を剛体の重心とし，上下方向の並進変位を $x(t)$ ，重心 G まわりの静止平衡位置からの回転角(時計方向の回転が正)を $\theta(t)$ とする。剛体の質量を m ，重心 G まわりの慣性モーメントを J とし，剛体は重心 G から l_1, l_2 の位置でばね定数 k_1, k_2 のばねで支持されているとする。この二自由度系について以下の問いに答えなさい。
- (1) 微小振動を仮定し，この二自由度系の並進方向の変位 $x(t)$ ，および重心 G まわりの回転角 $\theta(t)$ に対する自由振動の運動方程式を求めなさい。
 - (2) $l_1 k_1 = l_2 k_2$ のとき，この二自由度系の並進運動の固有角振動数 ω_x と回転運動の固有角振動数 ω_θ を求めなさい。

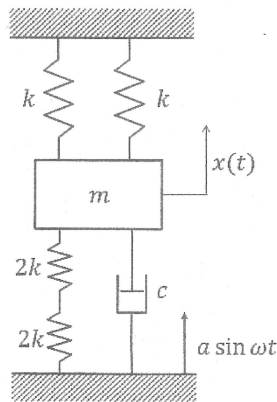


図 1

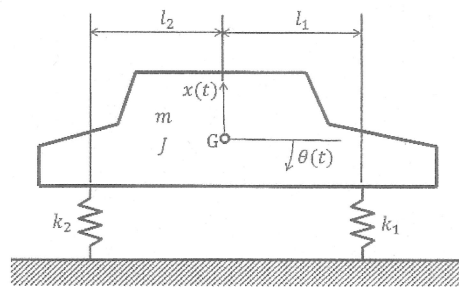


図 2

2023 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)

2022 年 9 月 10 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

制御工学

I. 伝達関数が $G(s) = \frac{1}{3s+2}$ で表される系について、以下の問いに答えなさい。

- (1) 時定数 T を求めなさい。
- (2) ゲイン $|G(j\omega)|$ と位相 $\angle G(j\omega)$ を表す式を求めなさい。
- (3) 単位ステップ応答 $y(t)$ を求めなさい。
- (4) 単位ステップ応答 $y(t)$ の最も正しい波形と思われるものを図 1 の (a)~(d) の中から選びなさい。

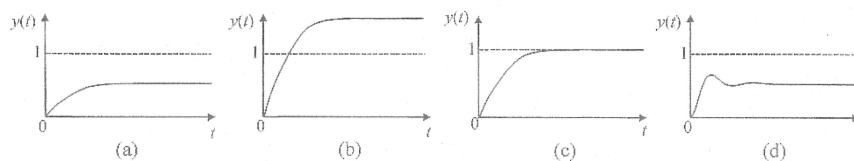


図 1

【参考】

$f(t)$ のラプラス変換を $\mathcal{L}[f(t)] = F(s)$ と表すと、以下の各式が成立する。

$$\mathcal{L}[u(t)] = \frac{1}{s}, \quad \mathcal{L}[e^{-at}] = \frac{1}{s+a}, \quad \mathcal{L}^{-1}\left[\frac{1}{(s+\alpha)(s+\beta)}\right] = \frac{1}{\beta-\alpha} (e^{-\alpha t} - e^{-\beta t})$$

II. 図 2 の制御系について、以下の問いに答えなさい。

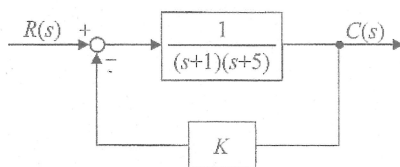


図 2

- (1) 閉ループ伝達関数 $\frac{C(s)}{R(s)}$ を求めなさい。
- (2) 特性方程式を求めなさい。
- (3) この制御系が安定となるための K の条件を求めなさい。

2023 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)

2022 年 9 月 10 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, p 467-468から抜粋し、一部改変) を読んで、下線部①および②を、それぞれ和訳しなさい。

【引用部分は削除しています】

- II. 次の英文(1)~(3) (COLLINS CONCISE DICTIONARY, Revised edition, 1995から抜粋) を読んで、英文が示す用語として最も適切な語を、選択肢からそれぞれ一つずつ選びなさい。

- (1) A chemical reaction in which a compound reacts with water to produce other compounds.
- (2) The quality or state of being acid. The amount of acid present in a solution.
- (3) To obtain (a substance) from a mixture or material by a process, such as digestion, distillation, mechanical separation, etc.

選択肢

acidity · atom · dilute · extract · fluorescence · hydrolysis ·
polymerization · synthesize · wavenumber

得点

2023 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)

2022 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

III 次の文章は、*Chem. Soc. Rev.*, 2010, 39, 301-312 に掲載された Paul Anastas と Nicolas Eghbali による “Green Chemistry: Principles and Practice” を抜粋（一部改変）したものである。下の問いに答え、指定された解答用紙に記入しなさい。

【引用部分は削除しています】

eliminate : 排除する hazardous : 危険な、有害な by accident : 偶然に strive : 努力する
profitable : 利益になる、もうかる

問 1 下線部①～④を和訳しなさい。

問 2 この論文で述べられている「Green Chemistry」の定義について簡単に説明しなさい。

問 3 「The Twelve Principles of Green Chemistry」の 2 つめには、Atom Economy (AE) also called Atom Efficiency がある。これは、It refers to the concept of maximizing the use of raw materials so that the final product contains the maximum number of atoms from the reactants. と説明されるように、化学反応の収率とは異なる概念である。次の (1) と (2) の化学反応の中で Atom Economy (AE) が高い方をそれぞれ選択し、それらの理由を簡単に説明しなさい。

- (1) エチレンからポリエチレンを合成する反応と 1,6-ジアミノヘキサンとアジピン酸ジクロリドからナイロン 66 を合成する反応
- (2) トルエン 2 分子の不均化によってベンゼンを合成する反応とアセチレン 3 分子からベンゼンを合成する反応

IV 次の文章は、英英辞典等に掲載されている科学用語または化学実験で用いるガラス器具の説明である。最も適当と思われる用語・ガラス器具を次の選択肢より一つずつ選び、解答用紙にその記号を書きなさい。

- (A) It is a flat-bottomed vessel, with a lip, used as a laboratory container.
- (B) It is a common piece of laboratory equipment used to measure the volume of a liquid and has a narrow cylindrical shape.
- (C) It is the speed at which a chemical reaction takes place, defined as proportional to the increase in the concentration of a product per unit time and to the decrease in the concentration of a reactant per unit time.
- (D) It is the hypothetical charge of an atom if all of its bonds to different atoms were fully ionic.
- (E) It is a piece of laboratory apparatus, calibrated to contain a precise volume at a certain temperature, used for precise dilutions and preparation of standard solutions. Its typical volume is 10, 25, 50, 100, 250 or 500 mL.
- (F) It allows extremely accurate measurement of the volume of a solution and has a large bulb with a long narrow portion. Its typical volume is 1, 2, 5, 10, 20, 25, 50 or 100 mL.
- (G) It is defined as "the logarithm of the ratio of incident to transmitted radiant power through a sample. The term is used in many technical areas to quantify the results of an experimental measurement and refers to the physical process of absorbing light.
- (H) The symbolic representation of a chemical reaction in the forms of symbols and formulae.

選択肢：(ア) absorbance (イ) beaker (ウ) chemical equation
(エ) measuring cylinder (オ) oxidation number (カ) reaction rate (rate of reaction)
(キ) volumetric flask (measuring flask) (ケ) volumetric pipette

得点

2023 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)

2022 年 9 月 10 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~III } とグリーンケミストリー { IV, V } は別々の解答用紙に解答しなさい。

数 学

I 関数 $f(x) = e^x$ について、有界閉区間 $[a, b] = [0, 1]$ における平均値の定理

$$\frac{f(b) - f(a)}{b - a} = f'(c) \quad (a < c < b)$$

について、 c の値を求めなさい。また、 $0 < c < 1$ であることを示しなさい。

II n 行 n 列の正方行列 A, B がともに正則行列 (行列式がゼロでない行列) ならば、積 AB も正則で、 $(AB)^{-1} = B^{-1}A^{-1}$ となることを示しなさい (ヒント: $|AB| = |A||B|$)。

得点

2023 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)

2022 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

物理

必要ならば定数は次の値を用いなさい。

電気素量: $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, プランク定数: $h = 6 \times 10^{-34}$ J s

電子の質量: $m_e = 1.0 \times 10^{-30}$ kg,

I 300 V で加速された時の電子の運動エネルギー: E と運動量の二乗: p^2 を求めなさい。

II 光電効果として放出された光電子の運動エネルギーについて、仕事関数 W を含む数式を示しなさい。定数を用いる場合はその定数を説明すること。(例: プランク定数を h とする)

III ハイゼンベルグは下記に示すような不等式を提唱した。

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

ここで、 Δx と Δp は粒子の位置のばらつきと粒子の運動量のばらつきである。

この関係について 100 字以内で説明しなさい。このとき、数式や図を用いても良い。定数を用いる場合はその定数を説明すること。

得点

2023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)

2022年9月10日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

化学基礎・グリーンケミストリー

- I プレンステッド・ローリーによる酸塩基反応について、「可逆反応」、「共役酸」および「共役塩基」という三つの言葉を必ず用いて 150 字～200 字程度で簡潔に説明しなさい。反応式を描いて説明してもよい。
- II 有機化合物における s 軌道と p 軌道からなる混成軌道について、「炭素原子」、「s 軌道」および「p 軌道」という三つの言葉を必ず用いて 150 字～200 字程度で簡潔に説明しなさい。図を描いて説明してもよい。
- III 解糖系について、「ピルビン酸」および「嫌氣的」という二つの言葉を必ず用いて 100 字～150 字程度で簡潔に説明しなさい。図を描いて説明してもよい。

得点

2023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)

2022年9月10日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

化学基礎・グリーンケミストリー

IV 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

リンは生体内や自然環境に広く存在する成分であるが、①人間の活動によって環境水中のリンが増加すると、富栄養化を促進する一因となるため、湖沼などの環境水中のリンを定量することは重要である。リン化合物の分析法の中に、モリブデン青による水溶液中のリン酸の濃度の定量法がある。これは、リン酸イオンを含む水溶液に、モリブデン酸アンモニウムを加えてリンモリブデン酸を生成させ、これにアスコルビン酸を加えて還元し、得られた②モリブデン青の濃度を吸光光度分析法により定量する方法である。

- (1) 下線部①のように人間の活動によって環境水中のリンが増加する要因を50字程度で書きなさい。
- (2) 下線部②のように、吸光光度分析によって対象物質の濃度が定量できる仕組みを、ランベルト・ベールの式を示しながら、100字程度で説明しなさい。
- (3) このリンの定量のように、環境水に関して分析の対象となる成分の例を一つあげなさい。また、その成分を定量分析する方法を、100字程度で説明しなさい。

V 次の語の中から1つを選び、これを用いた水の浄化の仕組みについて100字程度で説明しなさい。

- ① 逆浸透膜 ② イオン交換樹脂 ③ 活性炭

得点

2023 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)

2022 年 9 月 10 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 炭素 C の基底状態での電子配置が $1s^2 2s^2 2p_x^2$ ではなく、 $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$ となる理由を 50 字程度で説明しなさい。

II ダイヤモンドは非常に硬い物質であるが、グラファイトは容易に劈開^{へきかい}する。この理由を化学結合の立場から 100 字程度で説明しなさい。

III (1) n 型半導体と p 型半導体において、電気伝導を担う粒子(電荷担体)はそれぞれ何か書きなさい。

(2) リンをドーピングしたケイ素の単結晶は n 型半導体、p 型半導体のいずれか答え、その理由について説明しなさい。

得点

2023 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)

2022 年 9 月 10 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 2 [無機・無機材料系 2]

I 閃亜鉛鉱型構造とウルツ鉱型構造の両方の構造をとりうる化合物について以下の問いに答えなさい。

ZnS では、その鉱物名が結晶構造を代表する閃亜鉛鉱型構造とウルツ鉱型構造が知られている。それぞれの化学組成は、一般式で AB と表現される。閃亜鉛鉱型構造の場合、A が立方最密充填、ウルツ鉱型構造の場合、A が六方最密充填され、B は、それぞれ四面体サイトの半分を占めている。このような化合物は、ポリタイプをもつという。そこで、次の問いに答えなさい。

- (1) ZnS 以外でこのように少なくとも 2 つのポリタイプをもつ化合物を 2 つ挙げなさい。
- (2) 閃亜鉛鉱型構造をもつ化合物 AB の単位格子中の A 原子の原子座標と B 原子の原子座標をすべて書きなさい。
- (3) 閃亜鉛鉱型構造をもつ化合物 AB の格子定数 $a=0.4360\text{nm}$ で、A と B の原子量が、それぞれ 28.1、12.0 のとき、理論密度を有効数字 3 桁で計算しなさい。但し、アボガドロ定数 $N_A=6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。

II 固体粒子が焼結するときのプロセスに関する次の問いに答えなさい。

- (1) 半径 r で表面自由エネルギー γ をもつ固体粒子を気体が覆っている場合、固体粒子にはたらく応力を導きなさい。気相中の固体粒子を気体の圧力で圧縮しようとするエネルギーとそれに対して粒子が圧縮に抗する表面エネルギーが釣り合っているとす。このときこのような凸型粒子にはたらく圧縮応力を半径 r で表面自由エネルギー γ を用いて表しなさい。
- (2) 固体粒子の焼結機構には、ネックの成長と気孔の消失が考えられる。ネック成長には、表面拡散や蒸発凝縮によるものがあるが、どちらも密化にはあまり寄与しない。一方、気孔の消失による密化には、他に 3 つのプロセスが知られている。これをすべて挙げなさい。

得点

得点

2023 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)

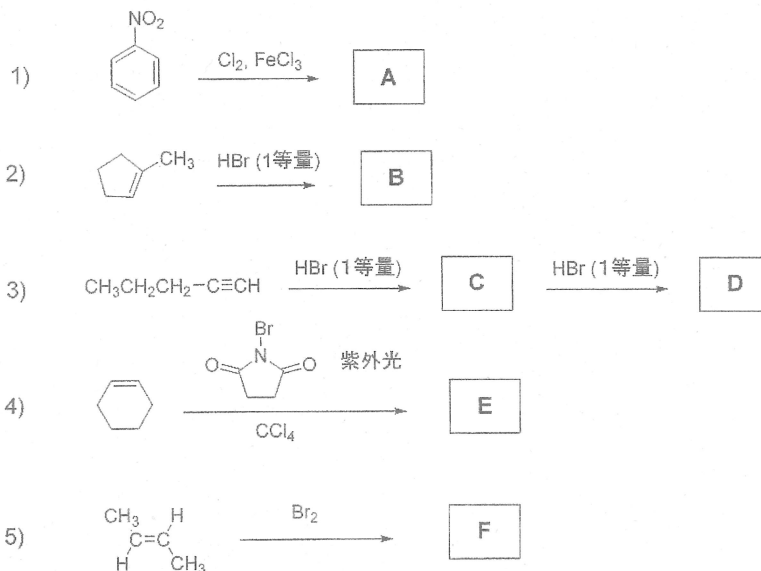
(科目名: 専門Ⅱ)

2022 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 3 [有機・高分子系 1]

I 以下の各反応で主に生成する化合物 A, B, C, D, E, および F 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 --- や --- などを用いて明示しなさい。



II 炭素数 4 のアルコールの 3 つの異性体の沸点は以下ようになっており、置換度が増加するとともに沸点が低下する。この傾向を、各分子構造を書いたうえで、分子間に働く van der Waals 力と水素結合を考慮して説明しなさい。

1-ブタノール：沸点 117.5 °C、2-ブタノール：沸点 99.5 °C、2-メチル-2-プロパノール：沸点 82.2 °C

得点

2023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)

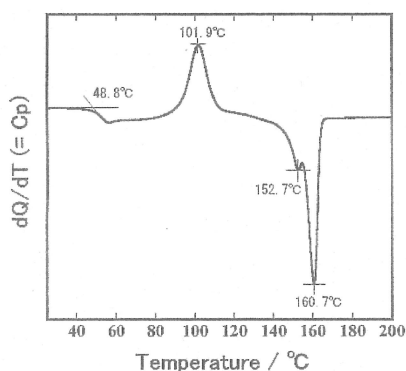
2022年9月10日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題4 [有機・高分子系2]

I 下の図はポリL-乳酸を溶融急冷した試料の示差走査型熱量測定の結果である。下記の問いに、それぞれ答えなさい。

- (1) ポリ乳酸の繰り返しの構造式を描きなさい。また不斉炭素に*をつけなさい。
- (2) 48.8℃はガラス転移温度である。ガラス転移温度について簡単に説明しなさい。
- (3) 101.9℃はポリ乳酸の結晶化ピークで結晶化エンタルピーは27 J/gであった。100%結晶の融解エンタルピーが135 J/gとすると130℃での結晶化度は何%か計算しなさい。



II ポリビニルアルコールのホルマル化反応を示しなさい。またホルマル化されるとどのような特徴を持つ高分子になるか簡単に答えなさい。

得点

2023 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)

2022 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 5 [分析・物理化学系 1]

あるモル濃度 (C_{HA}) の弱酸 HA 水溶液の pH を種々変えて、可視吸収スペクトルを測定した。HA は水溶液中で反応式①に示すように酸解離平衡の状態にあり、平衡状態での HA, A^- および H^+ のモル濃度をそれぞれ $[HA]$, $[A^-]$ および $[H^+]$ で表記するとする。吸光度 A はランベルト・ベールの法則に従い、吸光度セルの光路長を 1 cm とするとき、以下の各問に答えなさい。



- (1) この弱酸 HA の酸解離定数 K_a , 物質収支の関係式, 電気的中性関係式を, それぞれ $[HA]$, $[A^-]$ および $[H^+]$ を用いて書きなさい。なお, 水の解離によって生じる H^+ および OH^- の影響は無視できるものとする。
- (2) ある測定波長における HA および A^- のモル吸光係数がそれぞれ ϵ_{HA} および ϵ_{A^-} であったとすると, この波長における吸光度 A を $[HA]$, $[A^-]$, ϵ_{HA} , ϵ_{A^-} を用いて表しなさい。
- (3) この水溶液の pH が pK_a と等しいとき, 吸光度 A を C_{HA} , ϵ_{HA} , ϵ_{A^-} を用いて表しなさい。
- (4) HA および A^- は, それぞれ 410 nm および 650 nm に極大吸収波長をもつことがわかっている。410 nm での ϵ_{HA} と ϵ_{A^-} がそれぞれ $7.0 \times 10^3 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ と $1.0 \times 10^3 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$, 650 nm での ϵ_{HA} と ϵ_{A^-} がそれぞれ $2.0 \times 10^3 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ と $1.0 \times 10^4 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ であるとき, 弱酸 HA 水溶液の pH が高くなるにつれて 410 nm および 650 nm での吸光度 A はそれぞれどのように変化するか, 理由もあわせて答えなさい。

得点

2023 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)

2022 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 6 [分析・物理化学系 2]

次の問い (I~IV) に答えなさい。必要であれば、原子量および定数は次の値を用いなさい。

$$O = 16$$

$$\text{気体定数 } R = 8.31 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$$

I 次のア~クに示す物理量のうち、示強性の状態量であるものを全て選びなさい。

ア: 仕事 W イ: 圧力 P ウ: 体積 V エ: 内部エネルギー U
 オ: 熱 Q カ: 温度 T キ: エンタルピー H ク: エントロピー S

II 完全気体 (理想気体) における定圧モル熱容量 ($C_{p,m}$) と定容モル熱容量 ($C_{v,m}$) の差 ($C_{p,m} - C_{v,m}$) を求めなさい。

III 2.00 mol の酸素 (O_2) を大気圧下 ($1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$) で加熱したところ、温度が 285 K から 315 K まで上昇した。 O_2 の定圧モル熱容量 $C_{p,m}$ が $29.4 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ であるとして、この変化における①エンタルピー変化 ΔH と②内部エネルギー変化 ΔU をそれぞれ求めなさい。ただし、 O_2 は完全気体としてふるまうものとする。

IV 大気圧下 ($1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$)、温度 $37.0 \text{ }^\circ\text{C}$ (310 K) において、ある生体反応のエンタルピー変化 $\Delta_r H^\ominus$ は -100 kJ/mol で、エンタルピー変化 $\Delta_r S^\ominus$ は $-200 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ であった。

- (1) この生体反応のギブズエネルギー変化 $\Delta_r G^\ominus$ を求めなさい。
- (2) この反応における系と外界の合計のエントロピー変化 ΔS を求めなさい。
- (3) この生体反応が体温 $37.0 \text{ }^\circ\text{C}$ で自発的に進行するか否か、その理由とともに述べなさい。

得点

2023 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)

2022 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

I 次の英文を和訳しなさい。

【引用部分は削除しています】

digital transformation デジタルトランスフォーメーション
entities 存在 artifacts 人工物 indistinguishable 区別できない spiritual 精神的な

出典 : Erik Stolterman, Helen, and Anna Croon Fors
「INFORMATION TECHNOLOGY AND THE GOOD LIFE」
Chapter 3, THE DIGITAL TRANSFORMATION AND ITS
CRITICAL BASE (2004) より抜粋

II 次の日本語を英訳しなさい。

- (1)
- (2)
- (3)
- (4)
- (5)

【引用部分は削除しています】

出典 : ジョン・マコーミック(著), 長尾高弘(翻訳)
「世界でもっとも強力な9のアルゴリズム」
(日経BP, 2012) 2章より抜粋

得点

2023 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)

2022 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

1. 情報メディア基礎

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、 ω_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。

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

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

また、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。下図に示す周期信号 $f(t)$ について、その周波数成分を調べるため、以下の問いに答えなさい。

- (a) 下図の周期信号(のこぎり波)の周期 T と基本角周波数 ω_0 を求めなさい。
- (b) 下図ののこぎり波を次式のような数式 $f(t)$ で表現しなさい。ただし、次式はこのように表現するという例である。

$$f(t) = \begin{cases} 0 & (-\pi \leq t < 0) \\ \pi & (0 \leq t < \pi) \end{cases}$$

- (c) フーリエ係数 a_0, a_n, b_n を求めなさい。
- (d) フーリエ級数 $f(t)$ を表し、 $n=5$ まで展開した式を求めなさい。

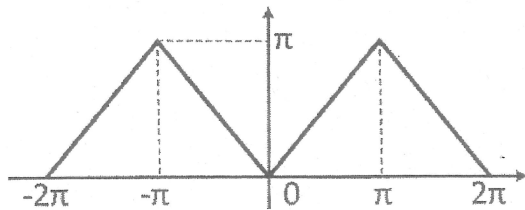


図 のこぎり波

2023 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)

2022 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

2. 数学

I.

2×2 対称行列 $\begin{pmatrix} 2 & \alpha \\ \alpha & 2 \end{pmatrix}$ ($\alpha \neq 0$) の固有値および固有ベクトルを求めなさい。
ただし、固有ベクトルは長さが 1 となるようにすること。

II.

あるシステムの入出力関係が、

n 次元入力ベクトル $x = (x_1, \dots, x_n)$ 、

m 次元調整パラメータベクトル $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_m)$ 、

1 次元出力 y

として、 $(n+m)$ 変数関数 f により $y = f(x, \beta)$ と表されているとする。また、 $f(x, \beta)$ は x および β に関して微分可能とする。

今、 N 種類の入力ベクトル $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(N)}$ それぞれに対して、システムの出力が y_1, y_2, \dots, y_N となっているのが望ましい状況において、実際のシステムの出力とこれら希望出力との二乗誤差関数 $E(\beta) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N (f(x^{(k)}, \beta) - y_k)^2$ を考える。

この二乗誤差関数 $E(\beta)$ の β_i ($i = 1, \dots, m$) に関する微分 $\frac{dE(\beta)}{d\beta_i}$ を Σ 記号、 y_k 、 $f(x^{(k)}, \beta)$ 、および $f(x^{(k)}, \beta)$ の β_i に関する偏微分 $\frac{\partial f(x^{(k)}, \beta)}{\partial \beta_i}$ により表しなさい。

2023 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)

2022 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

3. 基礎情報学

次のように 16 個の要素からなる配列 $a[]$ がある。

$a[] = \{20, 17, 8, 13, 15, 4, 2, 10, 12, 14, 1, 16, 7, 3, 9, 5\}$

- (1) 配列 $a[]$ に対して、線形探索によりキー値: 7 を探索したい。探索が成功したとき、配列 $a[]$ の各要素とキー値との比較回数を求めなさい。
- (2) 配列 $a[]$ に対して、線形探索によりキー値の探索に失敗したとき、配列 $a[]$ の各要素とキー値との比較回数を求めなさい。
- (3) 配列 $a[]$ を単純交換ソートにより昇順にソートしたい。このとき、配列 $a[]$ の要素同士の比較回数を求めなさい。ただし、途中でソートが完了したとしても、ソート処理は打ち切らないものとする。
- (4) (3)で求めた配列を $b[]$ とする。この配列 $b[]$ に対して、二分探索によりキー値: 7 を探索したい。探索が成功したとき、配列 $b[]$ の各要素とキー値との比較回数を求めなさい。
- (5) 配列 $b[]$ に対し、二分探索によりキー値の探索に失敗したとき、配列 $b[]$ の各要素とキー値との比較回数を求めなさい。

2023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)

2022年9月10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)

素数とは1と自分自身でしか割り切れない自然数である。

(1) 与えられた自然数が素数かどうかを判定する方法を説明しなさい。

(2) 以下のC言語のプログラムの「記入部分」だけにコードを記入して、n番目の素数を出力する関数を「prime」という名前で作成し、5番目から10番目までの素数を出力するC言語のプログラムを完成させたい。「記入部分」のコードを答えなさい。

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
```

「記入部分」

```
int main(void) {
    for(int i=5; i<=10; i++)
        printf("%d: %d\n", i, prime(i));
    return 0;
}
```

Ⅱ 情報ネットワーク (必答)

- 172.17.70.123/23 の IP アドレスをもつ PC がある。この PC の
 - (a) ブロードキャストアドレス
 - (b) サブネットマスクを答えなさい。
- OSI 参照モデルにおけるデータリンク層の役割について説明しなさい。
- サブネットマスクの役割について説明しなさい。
- NAT はどのようなプロトコルか説明しなさい。

2023 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)

2020 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅲ 情報システム (選択)

- (1) 画像をデジタルする際に行われる、サンプリング、量子化とはどのようなことか述べなさい。また、サンプリング定理と空間周波数についても説明しなさい。
- (2) オンデマンドビデオ視聴サービスに関するデータベースを作りたいとする。「映像作品」および「利用者」を実体とし、「視聴」を関連とする実体-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)

検索結果の評価に用いられる再現率について、図と式を用いて説明しなさい。

Ⅴ ソフトウェア科学 (選択)

問 1 ソフトウェアに関する次の問いに答えよ。

- (1) 次のシステム開発の工程を、ウォーターフォール・モデルでの開発作業の順に並べよ。
 - (a) 基本計画
 - (b) 外部設計
 - (c) テスト
 - (d) プログラム設計
 - (e) 内部設計
 - (f) プログラミング
- (2) ソフトウェアの構成において、モジュール間の結び付きの強さを表すモジュール結合度は低いほうが良いとされる。
その理由を、「共通結合」と「データ結合」を例に挙げ説明せよ。

問 2 下記の文法規則(1)~(4)に対応する再帰的遷移ネットワーク (Recursive Transition Network) を作成しなさい。

ただし、文法規則(1)を主遷移ネットワーク (Main Network) とし、文法規則(2)~(4)を副遷移ネットワーク (Sub Network) としなさい。

上付き記号*は 0 回以上の出現を意味し、上付き記号?は 1 回以下の出現を意味する。

- (1) $S ::= A B$
- (2) $A ::= C^2 D^* E F^*$
- (3) $F ::= G A$
- (4) $B ::= H A^2$

2023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)

2022年9月10日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

I 以下は、トラの保全に関わる研究の概説である。文章を読んで問1~3に答えなさい。

【引用部分は削除しています】

出典) SCIENCE ADVANCES, 2015, Vol.1(5) doi: 10.1126/sciadv.1400175.

問1 下線部の3つの文章を和訳しなさい。

問2 本研究以前ではトラはいくつの亜種に分かれるとされていたかを答えなさい。

問3 著者らは研究成果に基づき、今後は2つのユニットを保全するべきだと主張している。その根拠を説明しなさい。

II 以下の問1, 2に答えなさい。

問1 以下の5つの用語を英訳しなさい。

- (1) 気候変動
- (2) 水質浄化
- (3) リサイクル
- (4) 大気汚染
- (5) 環境基準

問2 上、大門IIの問1の5つの用語から1つ選び、どれを選んだかを明示した上で、それぞれの内容を20語(20単語)程度の英文にて説明しなさい。

【I】「自身が現在おこなっている、あるいはおこなっていた研究内容」、もしくは「地球温暖化の原因と対策」について、50語程度の英文で説明しなさい。

得点

2023 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)

2022 年 9 月 10 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 (数学分野)

以下の問い (問1~問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) $\begin{pmatrix} 8 & 1 \\ 4 & 5 \end{pmatrix}$ (2) $\begin{pmatrix} 6 & -3 & -7 \\ -1 & 2 & 1 \\ 5 & -3 & -6 \end{pmatrix}$

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

(1) $y = \frac{3x+4}{x^2-x+1}$
(2) $y = \sqrt{x^3-1}$

問3 次のデータは、ある地域を流れる100本の河川で捕獲された淡水魚の種数である。値は昇順で並んでいる。これについて、以下の小問 ((1)~(3)) に答えなさい。

2, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 6, 6, 6, 6,
6, 6, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8,
8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 10, 10, 10, 10, 10,
10, 10, 10, 10, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 13, 13, 14, 16, 17

- (1) この種数データの四分位数3つを答えなさい。
- (2) この種数データの最頻値を答えなさい。
- (3) この種数データに確率分布型を当てはめる場合、もっとも適切なものは次の選択肢のうちどれか。判断理由とともに答えなさい。

[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

2023 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)

2022 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

II. 環境科学 (物理分野)

以下の問い (問 1 ~ 問 3) に答えなさい。解答においては結果だけではなく導出過程も詳細に示しなさい。

問 1 雨滴が落下する際、落下速度に比例した空気抵抗を考慮すると、運動方程式は以下となる。

$$ma = mg - kv$$

ここで、 m は雨滴の質量、 a は鉛直下方向の加速度、 v は落下速度、 k は空気抵抗の比例定数、 g は重力加速度とする。

このとき次の (1) ~ (3) に答えなさい。

- (1) k の単位を物理量の次元で答えなさい。次元表記は質量を M 、距離を L 、時間を T とする。
- (2) 時刻 t における雨滴の落下速度 v を求めなさい。
- (3) 時刻 t が無限大になったときの落下速度 (終端速度) を求めなさい。

問 2 ある静止状態の物体が爆発によって 2 つに分かれ、ひとつの質量 m の破片は速度 v で、もうひとつの質量 M の破片は速度 V で、それぞれ同一直線上で反対向きに動いたとする。このとき次の (1) ~ (2) に答えなさい。ただし m 、 v 、 M を用いて答えること。

- (1) 速度 V を求めなさい。
- (2) 爆発によって生じたエネルギー E を求めなさい。

問 3 (x, y) 平面で原点 $(0, 0)$ 、点 $(2, 0)$ 、点 $(0, 2)$ 、点 $(2, 2)$ の 4 つを頂点とする正方形の辺上を

$(0, 0) \rightarrow (2, 0) \rightarrow (2, 2)$ と進む経路を C_1 、

$(0, 0) \rightarrow (0, 2) \rightarrow (2, 2)$ と進む経路を C_2 とする。

質点の位置 (x, y) における力を太字でベクトル表記したとき $F = (ax^2y^2, bx^2y^2)$ とする。このとき次の (1) ~ (3) に答えなさい。

- (1) 力 F が経路 C_1 である仕事 W_1 を求めなさい。
- (2) 力 F が経路 C_2 である仕事 W_2 を求めなさい。
- (3) 経路によらず同じ仕事になるための条件を示しなさい。

得点

2023 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)

2022 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

III. 環境科学 (化学分野)

以下の問い (問 1, 問 2) に答えなさい。ただし、問いにおいて使用されている L はリットルを表す。

問 1 物質を構成する原子について、次の小問 ((1) ~ (4)) に答えなさい。

- (1) 物質を構成する原子の質量は、質量数 12 の炭素原子の質量を 12 となるように定めた相対質量で表される。この相対質量を何というか答えなさい。
- (2) 質量数 12 の炭素原子 12 g に含まれる炭素原子数を何というか答えなさい。
- (3) 炭素原子には質量数が 12 と異なるものが存在する。これは原子核を構成する陽子の数は同じだが、中性子の数が異なるためである。このように原子核を構成する陽子数が同じで中性子数が異なる原子のことを何というか答えなさい。
- (4) 大気中の二酸化炭素に含まれる炭素原子の質量数毎の存在割合を調べたところ、 ^{12}C が 98.90%、 ^{13}C が 1.10% を占めていた。この大気中の炭素原子の平均相対質量 (^{12}C の質量を 12 となるように定めた相対質量の平均値) を求めなさい。計算結果は小数点以下第 3 位を四捨五入して、小数点以下第 2 位まで求めること。

問 2 次の図は水中での炭酸の存在形態の pH 依存性を示したものである。これを参考に以下の小問 ((1) ~ (3)) に答えなさい。

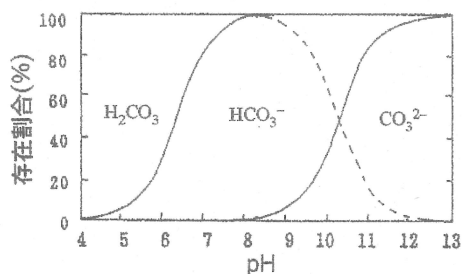


図. 水中での炭酸の存在形態の pH 依存性

- (1) 炭酸類 (炭酸イオン CO_3^{2-} 、重炭酸イオン HCO_3^- 、遊離炭酸 H_2CO_3) は水中で平衡状態にある。炭酸イオンと重炭酸イオンの化学平衡式および重炭酸イオンと遊離炭酸の化学平衡式をそれぞれ答えなさい。
- (2) 2 mol の炭酸イオンを硫酸と反応させて全て遊離炭酸にするには硫酸は何 mol 必要か答えなさい。
- (3) 濃度未知の炭酸ナトリウム水溶液がある。この水溶液をホールビペットで正確に 20 mL 採取し、MR 混合指示薬を 2 滴滴下したところ溶液の色が青色になった。これにビュレットを使って 10.0 mmol/L の硫酸を滴下したところ、2.50 mL 滴下したところで溶液の色が灰紫色になった。この結果より炭酸ナトリウム溶液の濃度 (mmol/L) を求めなさい。

得点

2023 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)

2022 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

IV. 環境科学 (生物分野)

進化に関する以下の問い (問 1～問 4) に答えなさい。

問 1 自然選択が生じるのに必要な条件を 3 つ記しなさい。

問 2 「工業暗化」について簡単に説明しなさい。

問 3 共進化とは何か、簡単に説明しなさい。また共進化の具体的な事例を説明しなさい。

問 4 遺伝的浮動について説明しなさい。また、遺伝的浮動はどのような場合に生じやすいか答えなさい。

得点

2023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)

2022年9月10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(選択)した大問番号を明記すること。

Ⅰ PCR (polymerase chain reaction) や DNA シーケンシングは、現代の分子生物学や医学の分野では不可欠な技術である。これに関連して次の問1～問3にそれぞれ答えなさい。

問1 PCRは興味ある遺伝子をコードしているDNA断片を増幅する手法である。その増幅の原理を説明しなさい。温度変化処理の意味やプライマーの働き等が明確にわかるように記述すること。

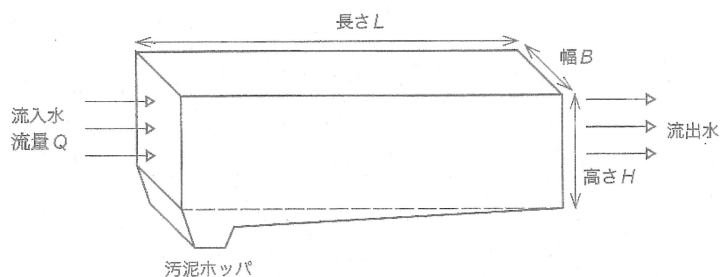
問2 リアルタイムPCRは定量的PCRとも呼ばれ、興味ある遺伝子の量を測定することができる。その定量の原理を説明しなさい。なお、リアルタイムPCRの中でも、加水分解プローブを用いず、蛍光色素の添加によって実施する手法に関して記述すること。

問3 測定対象の遺伝子のみを適切にPCRで検出するために、プライマー設計において考慮すべきことを説明しなさい。

Ⅱ 水処理プロセスで広く用いられている沈殿池について、次の問い(問1～3)に答えなさい。

問1 沈殿池に関する理論展開では、理想沈殿池を想定することが多い。理想沈殿池が成立するために必要な3つの要件を説明しなさい。

問2 次の図に示された沈殿池の「表面負荷率(表面積負荷、水面積負荷)」と「水理的滞留時間(空間時間)」を図中の記号を使ってそれぞれ表しなさい。



問3 表面負荷率は沈殿池の性能を表すと言われる。表面負荷率が沈殿池の性能を表す理由を説明しなさい。

Ⅲ 森林生態系内の植物多様性は時々起こる攪乱に依存することが知られている。生態系内の植物多様性は攪乱の頻度や強さに左右されるが、具体的にどのように関係するか、図で表現してください(横軸は攪乱の頻度や強さ、縦軸は植物多様性)。また、図に表わされた攪乱と多様性の相関関係曲線について、200字程度で解説しなさい。

2023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)

2022年9月10日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

IV 大気安定度に関する以下の文章を読み、各問いに答えなさい。

風速と日射量などによって大気安定度を A, B, C, D, E, F と分類する方法を (ア) の大気安定度分類と呼ぶ。この分類では、地上風速が 2 m/s 以下と風が弱いとき、大気は強不安定である (イ) を示す。

この原因について考える。風が強いときは、日中でも夜間でも大気安定度は (ウ) に近づく。つまり、風が強いと空気がよく (エ) されて強安定も強不安定も起こらない。逆に風が弱いとき、日中は地表付近の温度が (オ) なり対流が起こる一方で、夜間は地表付近の温度が (カ) なるため大気は安定になる。

問1 ア～カに入る語句を答えなさい。

問2 上記で風が弱いとき夜間に生じる大気現象として何が考えられるか。高度方向の温度に着目して 50 字程度で記述しなさい。

V 水道原水(以下、原水と呼ぶ)の取水現場と浄水場とを結ぶ導水路における原水の平均流速を求める式の一つに、以下の式がある。このことについて次の問いに答えなさい。

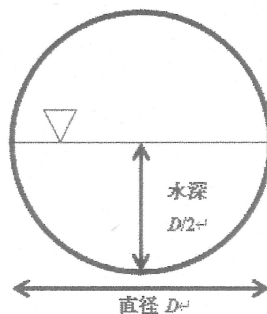
問1 次の式の名称を答えなさい。ただし、式中の V は平均流速、 R は径深、 n は粗度係数、 I は動水勾配をそれぞれ表している。

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

問2 上記式中の記号の語句について説明しなさい。

- (1) 径深
- (2) 粗度係数
- (3) 動水勾配

問3 下図に示す導水路(円形管)内を、原水が管内の水深の半分まで満たされた状態で流れている時、径深 R を円形管の直径 D を用いて表しなさい。(R の算出に至る計算の途中経過についても、必ず明記すること)



2023 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)

2022 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

VI 生態系における物質収支について次の問いに答えなさい。

問1 下記の語の意味を簡潔に説明しなさい。

「総生産量」「純生産量」「成長量」「被食量」「枯死量」「呼吸量」「生態系純生産量」

問2 森林の純生産量を推定する2種類の方法を具体的に記述しなさい。

VII 廃棄物の最終処分場には、(1)安定型最終処分場、(2)管理型最終処分場、(3)遮断型最終処分場がある。それぞれがどのような最終処分場であるか100字程度で答えなさい。

- (1)安定型最終処分場
- (2)管理型最終処分場
- (3)遮断型最終処分場

VIII 水質指標のひとつで、下水試験方法に記載される細菌学的試験に関する次の問いに答えなさい。

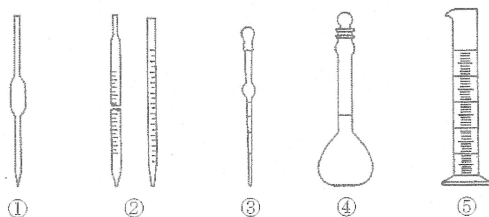
問1 一般細菌と大腸菌群に関する次の文章の(①)から(⑧)に当てはまる最も適切な語句を、下記の選択肢から選んで、その番号で答えなさい。

下水試験方法では、一般細菌とは(①)培地上に36±1℃、(②)時間培養したとき、培地に集落を形成するすべての細菌と定義している。一方、大腸菌群とはグラム(③)性、無芽胞の(④)菌であるとともに、(⑤)℃で(⑥)時間以内に乳糖を分解して(⑦)とガスを生じる、(⑧)性または通性嫌気性の細菌である。

【選択肢】

- 1) アルカリ 2) 陰 3) 桿 4) 嫌気 5) 好気 6) 酸
- 7) 糸状性 8) デオキシコール酸塩 9) 標準寒天 10) ブドウ球 11) 陽
- 12) 24±2 13) 30±1 14) 36±1 15) 48±3 16) 55±1

問2 細菌学的試験のため、試料を正確に希釈したい。次の図の器具のうち、どのような組み合わせで使用するのが最も適切か、使用するすべての器具を選んで、番号で答えなさい。また選んだ器具の名称を、それぞれ書きなさい。



問3 消毒と滅菌について、微生物に対する効果の違いを明確にして、それぞれを簡単に説明しなさい。

2023 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)

2022 年 9 月 10 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

IX 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) 河川連続体概念 (RCC)
- (イ) 純淡水魚の浸透圧調整能力
- (ウ) 不完全攪拌湖における溶存酸素の垂直分布と年変動
- (エ) 形質転換
- (オ) 負の頻度依存選択による共存

X 次の環境収容力 K と種間競争係数 α を用いた定式化によるロトカ・ヴォルテラ競争モデルについて、 $\alpha > 1$ のときを考える。このモデルについて、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。

$$\frac{dN_A}{dt} = r_A \left(1 - \frac{N_A + \alpha N_B}{K} \right) N_A$$
$$\frac{dN_B}{dt} = r_B \left(1 - \frac{\alpha N_A + N_B}{K} \right) N_B$$

- 問 1 すべての平衡点を求めなさい。
- 問 2 種 A と種 B が共存する平衡点について、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 種 A と種 B が共存する平衡点について、ヤコビ行列を用いてその局所安定性を判別しなさい。

XI 近畿地方では、暖温帯から亜高山帯まで気候帯に応じた様々な植生が見られる。近畿地方の植生について次の問い (問 1～4) に答えなさい。

- 問 1 暖温帯、冷温帯、亜高山帯に成立する植生の名称をそれぞれ記し、それらの植生の特徴を 2 行程度で記述しなさい。また、その植生で優占種となる植物をそれぞれ 3 種ずつ答えなさい。
- 問 2 龍谷大学瀬田キャンパスに隣接する「龍谷の森」では、(1) で答えたとの植生が極相になると考えられるか。「龍谷の森」に生育する具体的な植物名をあげて答えなさい。
- 問 3 植生に大きな影響を与える要因として「地球温暖化」による気温上昇があげられる。近畿地方の植生において温暖化の影響と考えられる事象を具体的な植物名を挙げて説明しなさい。
- 問 4 植生に大きな影響を与える要因として、ニホンジカによる食害が問題視されている。ニホンジカの食害は、暖温帯、冷温帯、亜高山帯の植生のいずれに大きな影響を与えると考えられるか。ニホンジカの習性を踏まえながら、大きな影響を受けると考えられる植生帯を答えなさい。なお、解答の際には根拠を明確にすること。

2023 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)

2022 年 9 月 10 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

XII 日本の里山は多くの生物にとって重要な生息地となっている。それに関連して次の問いに答えなさい。

問1 日本の里山はなぜ生物多様性が高いのか。その背景を2つ、100~200字程度で説明しなさい。

問2 日本の絶滅危惧種が集中する地域の約6割が里山にあるとされているが、その要因を問1の解答と関連させて100~200字程度で説明しなさい。

XIII 水環境における水質汚濁の指標の一つとして「BOD」がある。BODに関連して次の問いに答えなさい。

問1 BODは略称であるが、BODの名称を日本語にて、すべて漢字で答えなさい。

問2 ある試料(例えば湖水)のBODの測定をする際に、BODの値が1.1 mg/Lの希釈液で試料を10倍に希釈して測定したとする。希釈直後(培養前)のDO(溶存酸素)の値が8.5 mg/L、培養後のDOが4.5 mg/Lという結果を得た場合、この試料のBODの値を答えなさい。但し、他に足りない情報がある場合は、仮定や仮の値を定め、それらについて言及した上で計算、解答しなさい。

問3 上の問いの「培養」の温度と期間はいくらか、それぞれ答えなさい。

問4 BODと同様の水質指標としてCODがある。BODとCODの同じ点と違う点について、それぞれ一つ、簡潔に述べなさい。答える点は、測定方法の一部であっても良いし、測定対象成分や指標として使われる対象環境などでもよいが、環境計測分野あるいは環境工学分野で可能な限り重要と考える点を答えること。