

2019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)

2018年9月9日(日)

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】

[Murray H. Protter and Hans F. Weinberger, Maximum Principles in Differential Equations, Springer, 1967 から引用. relative maximum : 極大値, maximum principle : 最大値原理]

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】

[Matthew Hutson, This computer program can beat humans at Go – with no human instruction, Science Oct. 18, 2017 から引用. smack down: 打ち負かす, Go: 囲碁, press briefing: 記者会見, self-teaching technique: 自己学習技術, 人工知能 (ディープラーニング) の分野では “self-training technique”あるいは “self-learning technique”を用いる方が一般的である]

III 大学院で研究したいと考えているテーマについて、その理由もつけて、100語程度の英文で説明しなさい。

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 行列 A , ベクトル x をそれぞれ

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -2 & 3 & 1 \\ 1 & 3 & -2 & 3 & 0 \\ 2 & 4 & -3 & 6 & 4 \\ 1 & 1 & -1 & 3 & 4 \end{pmatrix}, \quad x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix}$$

とする。

- (1) 連立方程式 $Ax = 0$ を解きなさい。
- (2) A による \mathbb{R}^5 から \mathbb{R}^4 への線型写像を f_A とする。 f_A の核の 1 組の基底を求めなさい。また, 像の次元を答えなさい。

II 次の重積分の値を求めなさい。

- (1) $\iint_D xy \, dx \, dy, \quad D = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid 0 \leq x \leq 1, x^2 \leq y \leq 1\}$
- (2) $\iint_D \log(x^2 + y^2) \, dx \, dy, \quad D = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid 0 < x^2 + y^2 \leq 1, y \geq 0\}$

受験番号		氏名	
------	--	----	--

III x 軸上を運動する質点の時刻 t での位置 $x(t)$ が運動方程式

$$\frac{d^2x}{dt^2}(t) + 2\beta \frac{dx}{dt}(t) + \omega^2 x(t) = 0$$

に従う。ただし、 β, ω は非負の定数とする。

- (1) $\beta = 0, \omega > 0$ のとき、運動方程式を解きなさい。ただし、 $x(0) = 0, \frac{dx}{dt}(0) = v_0$ (v_0 は正定数) とする。
- (2) $\beta > 0, \omega = 0$ のとき、初期条件 $x(0) = 0, \frac{dx}{dt}(0) = v_0$ (v_0 は正定数) のもとでの運動を考える。 $x > 0$ の範囲で、質点が到達しない部分を不等式で示しなさい。
- (3) 質点が、初期条件に関わらず振動しないための β, ω の条件を求めなさい。

IV 配列 a に正の整数データが n 個格納されている。この配列 a に何通りの整数値が現れているかを求めたい。たとえば、

$$n = 13, a = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 15 & 5 & 20 & 6 & 1 & 4 & 1 & 7 & 7 & 10 & 5 & 4 & 7 \\ \hline \end{array}$$

である場合、この数列に現れている整数の集合は

$$\{ 1, 4, 5, 6, 7, 10, 15, 20 \}$$

となるから、求める値は 8 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。ただし、配列 a の内容は壊れてしまってもよいものとする。また、 n はそれほど大きくなく、手順の効率については特に考慮する必要はない。
- (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、 n と a 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。

2019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)

2018年9月9日(日)

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 次の複素積分の値を求めなさい。

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

$$(2) \int_{|z|=1} \frac{\cos z}{z(z-2)} dz$$

$$(3) \int_{|z|=1} \frac{\cos z}{z^3} dz$$

II 平面 \mathbb{R}^2 の次の部分集合を図示しなさい。また、その内部、境界、閉包を求めなさい。

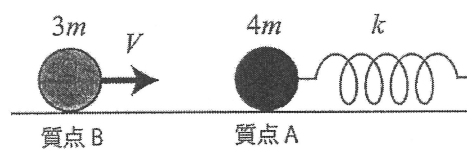
$$(1) \left\{ (x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid 0 \leq x < 1, 0 \leq y < 1 \right\}$$

$$(2) \left\{ (x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid x^2 + y^2 > 1, y \geq \frac{1}{2} \right\}$$

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅲ 下の図に示すように、摩擦のない水平な面上に置かれた質量 $4m$ の質点 A がばね定数 k のばねで壁につながれて位置 $x = 0$ で静止している。この質点 A に、質量 $3m$ の質点 B が時刻 $t = 0$ に左から速さ V で衝突した。衝突は完全弾性衝突であるとして、以下の問いに答えなさい。

- (1) 衝突直後の質点 A, 質点 B の速度を求めなさい。
- (2) 2 回目の衝突は起こらないと仮定して、時刻 $t > 0$ における質点 A の位置 $x_A(t)$ と質点 B の位置 $x_B(t)$ を求めなさい。
- (3) 2 回目の衝突は起こらないと仮定して、質点 A の振動の角速度 ω を m と k で表しなさい。
- (4) 2 回目の衝突は起こらないと仮定して、時刻 $t = \frac{3}{2\omega}\pi$ における質点 A の位置 $x_A(t)$ と質点 B の位置 $x_B(t)$ を求めなさい。
- (5) 衝突後、質点 A が質点 B に追いつき、2 回目の衝突が起こるかどうか、理由を付して判定しなさい。



受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅳ xy 平面の単純閉曲線 C と、 C で囲まれる領域 S を考え、 $f(x, y)$, $g(x, y)$ を、 S および C 上でなめらかな関数とする。このとき、 $\mathbf{V}(x, y) = (f(x, y), g(x, y))$ とすると、グリーンの公式より

$$\int_C \mathbf{V} \cdot d\mathbf{r} = \int_S \left(\frac{\partial g}{\partial x}(x, y) - \frac{\partial f}{\partial y}(x, y) \right) dx dy$$

が成り立つ。

- (1) C が原点中心の単位円、 $f(x, y) = -y$, $g(x, y) = x$ のとき、グリーンの公式が成り立つことを確かめなさい。
- (2) C が原点中心の単位円、 $f(x, y) = y^3 + 2x^2y$, $g(x, y) = x^3 + 4xy^2$ のとき、線積分

$$\int_C \mathbf{V} \cdot d\mathbf{r}$$

の値を求めなさい。

Ⅴ 非負の整数 n を p 進表記で表示したい。ただし、 p は 2 以上 36 以下の整数で、1 文字で 10, 11, 12, ..., 35 の範囲の整数を表す場合は、それぞれ、英大文字 A, B, C, ..., Z を使用するものとする。たとえば、整数 73 は 19 進表記では 3G となる。

- (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、 n と p を引数として、標準出力に n を p 進表記で出力する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。

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅵ 下のC言語プログラムは、標準入力(キーボード)から非負の整数値をいくつか入力すると、入力された整数値の出現回数をそれぞれ出力しようとするものである。

(1) 次のような値が順に入力された場合のこのプログラムの出力をそれぞれ答えなさい。

- (a) 1, 10, 100, 1000
- (b) 1000, 100, 10, 1, 10, 100, 1000
- (c) 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0

(2) このプログラムに非負の整数値を5つ入力するとして、関数 add の

`h = (h + 1) % TBLSZ;`

の行が最も多く実行されるような入力例を示しなさい。

```
#include <stdio.h>
#define TBLSZ (10)

int key[TBLSZ];
int count[TBLSZ];
int num;
void add(int);

int main()
{
    int k, i;

    while (scanf("%d", &k) != EOF) {
        add(k);
    }
    printf("num = %d\n", num);
    for (i = 0; i < TBLSZ; i++) {
        if (count[i] > 0) {
            printf("%d: %d\n",
                key[i], count[i]);
        }
    }
    return 0;
}

int hash(int x)
{
    return x % TBLSZ;
}

void add(int k)
{
    int h = hash(k), i;

    for (i = 0; i < num; i++) {
        if (count[h] == 0)
            break;
        if (key[h] == k) {
            count[h]++;
            return;
        }
        h = (h + 1) % TBLSZ;
    }
    if (num >= TBLSZ)
        return;
    key[h] = k;
    count[h] = 1;
    num++;
}
```

2019 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)

2018 年 9 月 9 日(日)

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。

<p>【引用部分は削除しています】</p>

(出典) Science in Focus (成美堂 2012 年)

(注)

patent 特許(権) common currency 一般に通用・普及すること

- (1) 下線部 (1) を訳しなさい。
- (2) 下線部 (2) について、エジソンのシステムとの違いを日本語で説明しなさい。
- (3) 下線部 (3) を訳しなさい。

II (英語)

次の英文を読み、以下の設問に答えなさい。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】

(出展) Digital Amnesia, Jonathan Lynch et.al., SEIBDO, 2017

問 1: 次の(1)から(5)に対して本文の内容と合っていれば T を、合っていなければ F と記入しなさい。

- (1) In the past, people used libraries and wise acquaintances to get information.
- (2) There is no evidence that Internet search engines affect our brains.
- (3) In the experiments, participants were asked to remember trivia statements.
- (4) The result imply that we tend not to remember things if we believe we can look them up online.
- (5) There are two countries with the letter "x" in their names.

問 2: 次の 4 つの文のうち、この話の要約として最もふさわしいものの数字を答えなさい。

- (1) Due to easy access to Internet search engines, young people are becoming unable to memorize information, and this is affecting their academic ability.
- (2) Being able to search for information online at any time seems to be affecting our memories and scientists are researching this.
- (3) Although online search services are very useful, there is a danger than they will make us forget information that we have previously learned.
- (4) Experiments have shown that people have lost their ability to remember things as a result of using online search engines.

問 3: 下線部 1 の一連の実験で実施された 2 つの実験内容を日本語で答えなさい。

問 4: 下線部 2 の "digital amnesia" の意味は何か、文章から推測し、日本語で答えなさい。

2019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)

2018年9月9日(日)

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)

2変数の関数 $f(x, y) = e^{ax-y} + e^{y-ax}$ ($a \neq 0$) について、次の(1)~(4)の問いに答えなさい。

(1) 下記の3つの関係式が成り立つことを示しなさい。

(a) $f(x, y) = f(-x, -y)$ (b) $\frac{\partial f}{\partial x} = -a \frac{\partial f}{\partial y}$ (c) $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = a^2 f(x, y)$

(2) b を定数とすると、 $f(x, b)$ は1変数の関数となる。変数 x について $f(x, b)$ の増減を調べ、極値とそれに対応する x の値を求めなさい。そして、 b が変化すると極点の何が変化するか述べなさい。

(3) 問(1)(a)と問(2)の結果を踏まえて、 $f(x, 0)$ のグラフ(概形)を描きなさい。そして、 a が変化すると、このグラフがどのように変化するか述べなさい。

(4) 定積分 $\int_{-\pi}^{\pi} f(x, 0) \sin x dx$ を求めなさい。(最終結果だけでなく、途中の計算式あるいはその結果を得た根拠も書きなさい。)

II (数学)

a を実数として、行列 $A = \begin{pmatrix} 0 & a \\ -a & 0 \end{pmatrix}$ を考える。また、 I を単位行列とする。次の(1)~(4)の問いに答えなさい。

(1) $I - A$ が逆行列を持つことを示しなさい。

(2) $B = (I + A)(I - A)^{-1}$ を成分表示しなさい。

(3) B が直交行列であることを示しなさい。

(4) $-\pi < \theta < \pi$ として、 $a = \tan \frac{\theta}{2}$ とおくと、 B を θ で表しなさい。

III (電気回路)

図1のような直並列回路がある。次の(1)~(3)の問いに答えなさい。

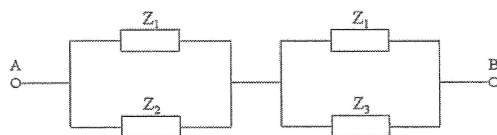


図1

(1) 端子 AB 間の合成インピーダンス Z を求めなさい。

(2) 端子 AB 間の合成インピーダンス $Z = Z_1$ とするためには、 Z_1, Z_2, Z_3 との間にはどのような関係があるかを示しなさい。

(3) Z_1 は抵抗 R 、 Z_2 はインダクタンス L 、 Z_3 はキャパシタンス C であるとする。端子 AB 間の合成インピーダンス Z を周波数に無関係に一定にするには、 R, L, C の間にどのような関係があるかを示しなさい。

2019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)

2018年9月9日(日)

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)

仕事に関する次の(1)～(2)の問いに答えなさい。

(1) 時刻 t に力 $\vec{F}(t)$ を受けて速度 $\vec{v}(t)$ で移動する質点 P があるとする。

(I) 時刻 t から $t + \Delta t$ までの微小時間に力 $\vec{F}(t)$ がする仕事を求めなさい。

(II) 時刻 t_1 から $t_2 (> t_1)$ までの間に力 $\vec{F}(t)$ がする仕事を積分を使って記述しなさい。

(2) (1) において力 $\vec{F}(t)$ は保存力であるとする。

(I) 下記の空所 ～ に適切な言葉を当てはめて、保存力の説明文を完成しなさい。

保存力がする仕事は、途中の径路によらず と のみによって決まる。

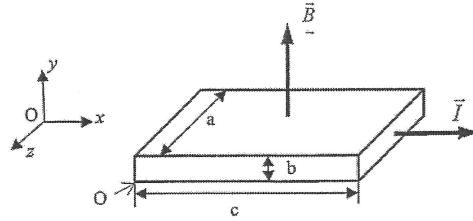
(II) 直交座標系 O_{xyz} において、保存力を一般に

$$\vec{F}(t) = -\left(\frac{\partial U}{\partial x}, \frac{\partial U}{\partial y}, \frac{\partial U}{\partial z}\right) \quad \text{式(1)}$$

としたとき、時刻 t_1 から t_2 までの間に力 $\vec{F}(t)$ がする仕事を計算しなさい。ただし、 U は質点 P のポテンシャル・エネルギーである。

II (電磁気学)

直方体のP型半導体(大きさ $a \times b \times c$ 、抵抗率 ρ 、キャリア密度 n 、キャリアの電荷 $e > 0$)を下図のように原点 O に置いた時、次の(1)~(7)の問いに答えなさい。



- (1) $+x$ 方向に電流 \vec{I} を流し、抵抗率を調べたい。この場合、直方体(6面体)のどの面間の電圧を測定すればよいか、次の㉠から㉣の中から最も適したものを記号で答えなさい。
 - ㉠直方体表面の xy 平面に平行な2面間の電圧
 - ㉡直方体表面の yz 平面に平行な2面間の電圧
 - ㉢直方体表面の zx 平面に平行な2面間の電圧
- (2) (1) で測定した電圧を V_1 とするとき、抵抗率 ρ を答えなさい。
- (3) 電流 \vec{I} をキャリアの速度(ドリフト速度) \vec{v} を用いて表しなさい。
- (4) 次にP型半導体に、磁場 \vec{B} ($+y$ 方向) をかけた。磁場 \vec{B} から受けるローレンツ力を \vec{v} を用いてベクトルで表しなさい。またそのベクトルは xyz 空間のどの方向を向いているか答えなさい。
- (5) (4) のときホール電場 \vec{E} が発生した。それに伴い発生する電圧 V_2 (ホール電圧) を \vec{E} を用いて表しなさい。また電圧 V_2 はどの面間の電圧を測定すればよいか次の㉤から㉧の中から最も適したものを記号で答えなさい。
 - ㉤直方体表面の xy 平面に平行な2面間の電圧
 - ㉥直方体表面の yz 平面に平行な2面間の電圧
 - ㉦直方体表面の zx 平面に平行な2面間の電圧
- (6) P型半導体のキャリア密度 n を \vec{I}, \vec{B}, V_2 を用いて求めなさい。
- (7) 抵抗率が $\rho = \frac{1}{en\mu}$ となることを用いて、移動度 μ を V_1 と V_2 を用いて表しなさい。

III (電子工学)

下記の材料A・B・C・Dを順に接合するときの、エネルギーバンドを書きなさい。なお、それぞれの材料は十分に厚く、エネルギーバンドが平坦な部分があるとする。

材料A	金属	仕事関数=4.4[eV]
材料B	絶縁体	ほかの材料に比べて、伝導帯下端エネルギーは十分に高く、価電子帯上端エネルギーは十分に低いものとする
材料C	p型半導体	電子親和力=3.9[eV] バンドギャップエネルギー=1.2[eV] フェルミエネルギー $q\phi_F = E_F - E_{FS} = 0.3$ [eV] (E_F は真性フェルミエネルギー、 E_{FS} は材料Cのフェルミエネルギー)
材料D	n型半導体	電子親和力=3.3[eV] バンドギャップエネルギー=2.4[eV] フェルミエネルギー $q\phi_F = E_F - E_{FS} = -0.3$ [eV] (E_F は真性フェルミエネルギー、 E_{FS} は材料Dのフェルミエネルギー)

IV (コンピュータサイエンス)

下記のC言語プログラム sl.c は、各要素が自己参照構造体で表現される線形リストに対して、次を行うものである。

- 標準入力から入力される8個の実数値データを順に線形リストとして格納する。ただし、入力される実数値は線形リストの先頭要素として挿入する。
- その線形リストに格納された実数値データを先頭要素から順に標準出力に出力する。
- 標準入力から入力される実数値をその線形リストから探索して、見つかった場合に「found」を、見つからなかった場合に「not found」を、それぞれ標準出力に出力する。

C言語プログラム sl.c を完成させるには、①, ②, ③, ④, ⑤ に入るコードとして以下の ア ~ ツ のどの記号が適当かを答えなさい。ただし、同じ記号を複数回使用してもよい。

- | | | | | |
|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|--------|
| ア. root->data = x | イ. root->data = y | ウ. p->data = x | | |
| エ. p->data = y | オ. root = p | カ. p = root | キ. p- | ク. p++ |
| ケ. p = p->next | コ. p->next = p | サ. p->data == x | シ. p->data == y | |
| ス. p->data > x | セ. p->data > y | ソ. p->data < x | タ. p->data < y | |
| チ. p->data != x | ツ. p->data != y | | | |

<pre> /* C言語プログラム sl.c */ #include <stdio.h> #include <stdlib.h> typedef struct node{ double data; struct node *next; } EL; struct node *root; void construct_list() { struct node *p; int i; double y; for(i = 0; i < 8; i++) { scanf("%lf", &y); p = (struct node *)malloc(sizeof(EL)); ①; p->next = root; ②; } } void write_list() { struct node *p; p = root; </pre>	<pre> while(p != NULL) { printf("%lf\n", p->data); ③; } struct node *search(double x) { struct node *p; p = root; while(p != NULL) { if(④) { printf("%lf found.\n", x); return(p); } else ⑤; } printf("%lf not found.\n", x); return(NULL); } main() { double x; root = NULL; construct_list(); write_list(); scanf("%lf", &x); search(x); } </pre>
---	--

V (コンピュータ工学)

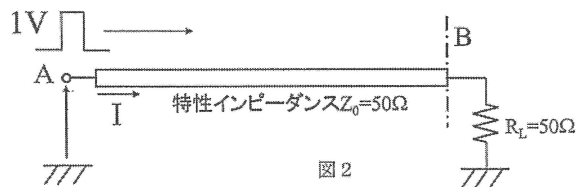
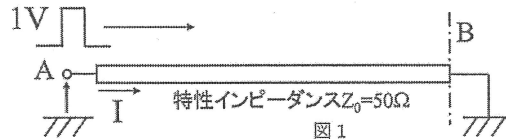
コンピュータの構成に関する次の(1)～(4)の問いに答えなさい。

- (1) コンピュータの5大装置の名前、および、それぞれの装置間でデータと制御信号がどのように流れるかを図で示しなさい。なお、データの流れは点線、制御信号の流れは実線で示し、それらが区別できるように記述すること。
- (2) 上の(1)の図の中において、中央処理装置 (CPU) を明示しなさい。
- (3) プログラム内蔵方式 (ストアプログラム方式) とはどのようなものか説明しなさい。
- (4) オペレーティング・システムとはどのような役割を果たすものか説明しなさい。

VI (高周波回路と伝送路)

特性インピーダンス Z_0 が 50Ω の伝送線路がある。パルスの伝搬時間が問題になる場合において、次の(1)～(4)の問いに答えなさい。

- (1) A 点から $1V$ の短いパルスを入れた瞬間に A 点に流れ込む電流はいくらになるか、答えなさい。
- (2) 図1で示すように伝送線路の先端が短絡されている場合、パルスが B 点に到着した時に、B 点でキルヒホッフの法則を満たすためにはどのような現象が発生し、その現象がどう継続するかを説明しなさい。
- (3) 図2で示すように伝送線路の先端に特性インピーダンス Z_0 と等しい 50Ω の負荷抵抗 R_L が接続されている場合、どのような現象が発生するかを説明しなさい。
- (4) 高速デジタル回路に用いられる伝送線路が特性インピーダンス Z_0 と異なる値の負荷抵抗 R_L で終端されている場合、高速デジタル回路でどのような現象が起きることが予想されるかを問(2)(3)の結果を踏まえて説明しなさい。



VII (信号処理技術)

送信記号の集合 X が $\{x_0, x_1\} = \{0, 1\}$ であり、受信記号の集合 Y が $\{y_0, y_1\} = \{0, 1\}$ である、2元通信路を考える。送信記号の発生確率は $p(x_0) = p(x_1) = 0.5$ とする。また、 y_0 を受信したときに x_0 を送った確率を、 $p(x_0|y_0)$ とする。この伝送路を通すと 1 は正しく受信できるが、0 は 25% が 1 と誤って受信する。このとき、次の (1) ~ (3) の問いに答えなさい。

- (1) 受信記号の発生確率 $p(y_0)$ と $p(y_1)$ を求めなさい。
- (2) $p(x_0|y_0)$ 、 $p(x_0|y_1)$ 、 $p(x_1|y_0)$ 、 $p(x_1|y_1)$ を求めなさい。
- (3) $H(X)$ 、 $H(Y)$ 、 $H(X|Y)$ 、 $H(Y|X)$ で示す各平均情報量 (entropy) を求めなさい。
ただし $\log_2 3 = 1.58$ 、 $\log_2 5 = 2.32$ とする。

2019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)

2018年9月9日(日)

- I. “Revolution in Quake Detection Technology” と題された以下の英文を読み, ① ~ ③ の下線部を日本語に訳しなさい。なお, 翻訳においては, 代名詞の意味するところのものを文章の前後関係から明確にすること。

【引用部分は削除しています】

(British Broadcasting Corporation News より抜粋)

- II. 以下の (a) ~ (e) の文章に最も対応する英単語を語群 ① ~ ⑮ の中からそれぞれ一つ選びなさい。

【引用部分は削除しています】

(The American Heritage College Dictionary より抜粋)

<参考>

fibre = fiber

criss-cross ~ : ~ を縦横に通る

willingness : 意欲, やる気

secure : しっかり閉める

seismic : 地震の, 地震性の

tap into ~ : ~ を利用する

buy into ~ : ~ に投資する

kilometre = kilometer

figure out ~ : ~ を理解する, ~ を解決する

be set to ~ : ~ する予定である

2019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)

2018年9月9日(日)

(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 $y''+3y'+2y=\cos x$ について、以下の問いに答えなさい。
- (1) 微分方程式 $y''+3y'+2y=0$ の特性方程式の解を求めなさい。
 - (2) 微分方程式 $y''+3y'+2y=0$ の一般解を求めなさい。
 - (3) 微分方程式 $y''+3y'+2y=\cos x$ の特殊解を $y=A\cos x+B\sin x$ としたときの A および B を求めなさい。ただし、 A および B は定数である。
 - (4) 微分方程式 $y''+3y'+2y=\cos x$ の一般解を示しなさい。
 - (5) 微分方程式 $y''+3y'+2y=\cos x$ において、 $x=0$ のとき、 $y=-\frac{1}{10}$ 、 $y'=0$ であるときの解を求めなさい。
- II. 行列 $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 3 \end{pmatrix}$ について、以下の問いに答えなさい。
- (1) 行列 A の行列式 $|A|$ を求めなさい。
 - (2) 行列 A の転置行列 tA を示しなさい。また、転置行列 tA の行列式 $|{}^tA|$ を求め、 $|A|=|{}^tA|$ であることを示しなさい。
 - (3) 行列 A の逆行列 A^{-1} を求めなさい。
- III. 関数 $y = \frac{\log_e x}{x}$ ($x > 0$) において、極限值、極値、変曲点、および凹凸を求め、それらを元に関数の増減表を作り、グラフの概形を書きなさい。

2019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)

2018年9月9日(日)

(科目名：専門Ⅰ)

物理

全ての問題について解答しなさい。

- I. 図1のように、厚さが薄く均一で、半径が a である質量 M の円盤において、円盤面に垂直で、かつ円盤面の一端 P を通る軸のまわりの慣性モーメント I を求めなさい。
- II. 一直線上を等加速度運動する質量 m の質点がある。初速度が0の状態から速度 V になるまでの、時間平均の運動エネルギーが $\frac{1}{6}mV^2$ となることを証明しなさい。ただし、 V は正の定数である。
- 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 $F_x = y^2, F_y = x$ 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。

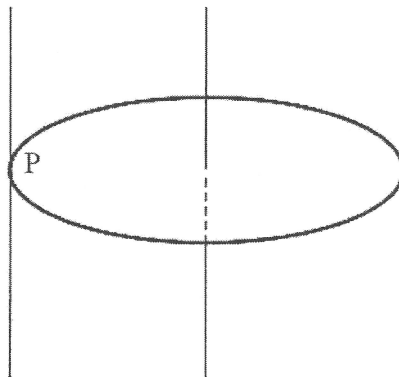


図1

2019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）

2018年9月9日（日）

（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）

2019 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)

2018 年 9 月 9 日 (日)

(科目名：専門Ⅱ)

機械材料・強度学

I. 機械材料と強度について、以下の問いに答えなさい。なお、文中の【 ① 】から【 ⑰ 】には適切な語句、数値や数式を入れなさい。

- (1) 図 1 に示すような立方晶の単位格子を解答用紙に 2 つ書き、その中に結晶方位 [2 1 1] と結晶面 (2 1 1) をそれぞれ描き入れなさい。
- (2) 鉄-セメンタイト (Fe-Fe₃C) 系状態図を図 2 に示す。状態図中に記載されている α 相は結晶構造が【 ① 】の【 ② 】組織であり、γ 相は結晶構造が【 ③ 】の【 ④ 】組織を呈する。α 鉄の格子定数 a は、鉄の原子半径 R を用いて【 ⑤ 】と表せる。原子充填率は、 a と R を用いて【 ⑥ 】と表せる。鉄の理論密度 ρ は、鉄の格子定数 a 、アボガドロ数 N_A 、鉄の原子量 A を用いて【 ⑦ 】と表せる。なお、この系では炭素濃度【 ⑧ 】wt%、【 ⑨ 】℃に共析点が存在する。共析反応で生じる α 相と Fe₃C 相が層状に交互に重なる組織を共析組織、または【 ⑩ 】組織という。
- (3) 炭素鋼 S55C を共析温度直下にて保持したときを考える。図 2 より、S55C は α 相と Fe₃C 相の 2 相で構成されていること、α 相中に固溶する炭素濃度は【 ⑪ 】wt%、Fe₃C 相の炭素濃度は【 ⑫ 】wt%であることがわかる。α 相と Fe₃C 相の質量分率は、各相の質量分率の和が 1 になること、両相に存在する炭素量が S55C 全体に含まれる炭素量に等しくなるという関係を利用して、α 相の質量分率は【 ⑬ 】、Fe₃C 相の質量分率は【 ⑭ 】と求められる。同様に、共析組織の炭素濃度は【 ⑮ 】wt%なので、初析 α 相の質量分率は【 ⑯ 】、共析組織の質量分率は【 ⑰ 】と求まる。α 相は、初析 α 相と共析 α 相からなるため、共析 α 相の質量分率は【 ⑰ 】となる。
- (4) 炭素鋼は熱処理により、その微細組織と機械的特性が様々に変化する。連続冷却線図を解答用紙に書き、マルテンサイトを生成する熱処理方法を説明しなさい。また、マルテンサイト組織が高強度・低延性である理由を説明しなさい。

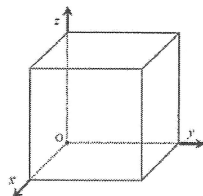


図 1

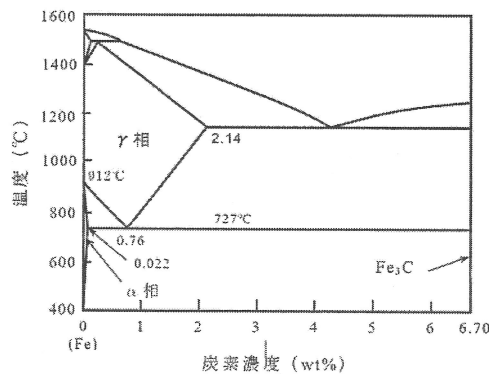


図 2

2019 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)

2018 年 9 月 9 日 (日)

(科目名：専門Ⅱ)

材料力学

I. 幅 b [m], 厚さ t [m] の長方形断面を持つ平板の物性値 (ヤング率, ポアソン比) の測定実験に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 引張試験により, ひずみを測定することで平板のヤング率およびポアソン比を求めたい。ひずみは単軸ひずみゲージを用いて測定するものとし, 平板へのひずみゲージの適切な貼付位置や貼付方向, 一様引張荷重 P [N] の方向を図示し, 測定データからヤング率およびポアソン比を求める方法について理論的に説明しなさい。なお, 単軸ひずみゲージは複数枚使用しても良く, 引張荷重は引張試験機付属のロードセルで得られるものとする。
- (2) 図 1 のように, 支点間距離を l [m] とした平板の上面に, 支点 A, B から a [m] の位置に平板と同じ幅の圧子を設置し, 圧子の上面に一様荷重 P [N] を掛ける 4 点曲げ試験を行う。平板の長さ方向に, 支点 A を原点とする x 軸をとり, 支点 A から支点 B までの x [m] の位置におけるせん断力と曲げモーメントを x の関数として表しなさい。また, この平板のせん断力図と曲げモーメント図を描きなさい。なお, 平板や圧子の自重は考慮しないものとする。
- (3) 図 1 のような 4 点曲げ試験により, ひずみを測定することで平板のヤング率を求めたい。ひずみは単軸ひずみゲージを用いて測定するものとし, 平板へのひずみゲージの適切な貼付位置や貼付方向を図示し, 測定データからヤング率を求める方法について理論的に説明しなさい。なお, 平板や圧子の自重は考慮しないものとする。

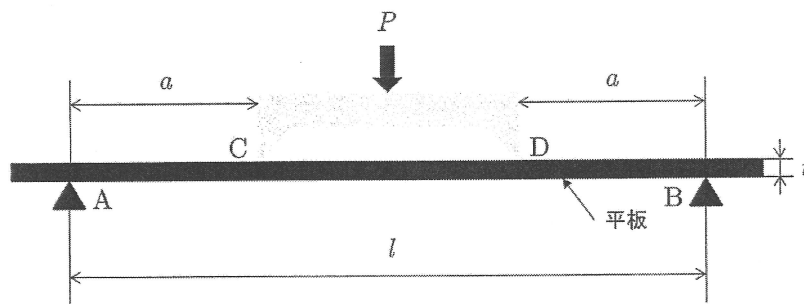


図 1

2019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)

2018年9月9日(日)

(科目名：専門Ⅱ)

熱力学

- I. 図1に示すように、 $1 \rightarrow 2$ および $3 \rightarrow 4$ の等温過程、 $2 \rightarrow 3$ および $4 \rightarrow 1$ の等圧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。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) $1 \rightarrow 2$ の過程において系から放出された熱量 Q_{12} [J]を求めなさい。
 - (2) $3 \rightarrow 4$ の過程において系に流入した熱量 Q_{34} [J]を求めなさい。
 - (3) $2 \rightarrow 3$ の過程において系に流入した熱量 Q_{23} [J]を求めなさい。
 - (4) $4 \rightarrow 1$ の過程において系から放出された熱量 Q_{41} [J]を求めなさい。
 - (5) このサイクルにおける正味の仕事を求めなさい。
 - (6) $4 \rightarrow 1$ の過程において放出された熱量が全て $2 \rightarrow 3$ の過程で利用できるとき、このサイクルの熱効率を求めなさい。

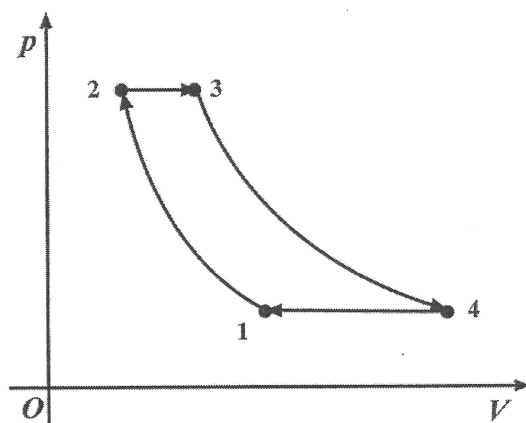


図1

2019 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)

2018 年 9 月 9 日 (日)

(科目名：専門Ⅱ)

流体工学

- I. 図1に示す管路系でB点から流出する水噴流がある。ただし、タンクは十分大きく、A点の水面(出口より H [m] 上方)は一定であるとし、管径を d_1, d_2 [m], 両方の管の管摩擦係数を λ , 管の長さを l_1, l_2 [m], 管入口の損失係数を ζ_1 , 急縮小部の損失係数を ζ_2 , 水の密度を ρ [kg/m³], 重力加速度を g [m/s²], 円周率を π とする。次の問いに答えなさい。
- (1) 各種の損失が全くないとした場合、図1に示すA点とB点においてベルヌーイの式をたてて、B点における流速を求めなさい。
 - (2) 各種の損失がある場合、損失がある場合のベルヌーイの式をたてて、図1のB点における流速を求めなさい。

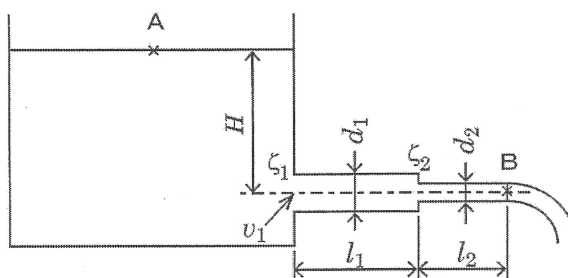


図1

- II. 直径 10 mm のホースから鉛直上向きに水を噴出させて、元の水の絶対圧 60.5 kPa の圧力ヘッドがすべて速度ヘッドに変わったとする。流出口の損失や空気の抵抗がないとした場合、ホースから噴出する速度と水噴流が到達する高さを求めなさい。
- III. 図2のようなマンノメータにおいて、B点のゲージ圧を P_{BG} [Pa], A点の絶対圧 P_A [Pa] とする。図中の諸量を用いて P_{BG} を答えなさい。ただし、液体の密度を ρ [kg/m³], 重力加速度 g [m/s²] とする。

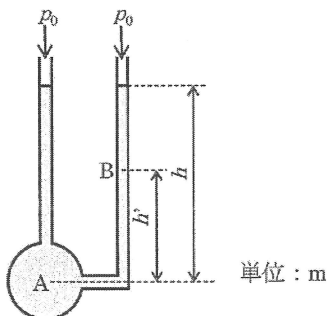


図2

2019 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

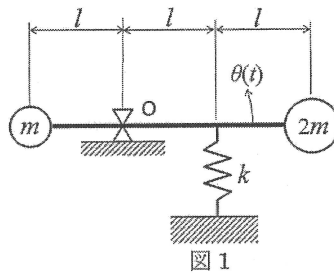
(理工学研究科 機械システム工学専攻)

2018 年 9 月 9 日 (日)

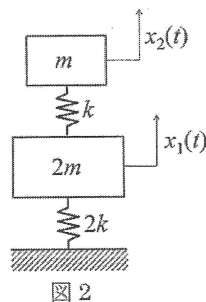
(科目名：専門Ⅱ)

機械力学

- I. 図1のように、重さのない長さ $3l$ の剛体棒の両端に質量 m と $2m$ をつけた振り子があり、その振り子の支点 O から距離 l の位置に、ばね定数 k のばねがつけられている。振り子が水平になっているときを静止平衡状態として、以下の問いに答えなさい。ただし、 t は時間、 $\theta(t)$ は釣り合い位置からの振れの角度を示す。
- (1) 振り子の支点 O 回りの慣性モーメント J を求めなさい
 - (2) 微小振動を仮定し、振り子の支点 O 回りの自由振動の運動方程式を求めなさい。
 - (3) 振り子の固有角振動数 ω_n を、 m と k を使用して表示しなさい。



- II. 図2に質量 m , $2m$ とばね定数 k , $2k$ からなる二自由度系を示す。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、 $x_1(t)$ と $x_2(t)$ は釣り合い位置からの振動変位を示す。
- (1) この系の自由振動の運動方程式を求めなさい。
 - (2) この系の2個の固有角振動数 ω_1 と ω_2 を m と k を使用して表示しなさい。



2019 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

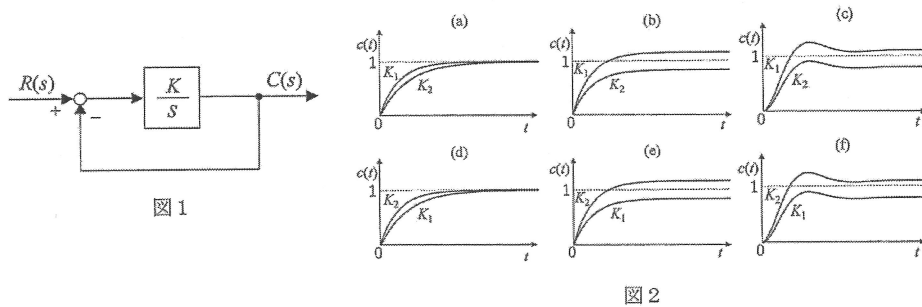
(理工学研究科 機械システム工学専攻)

2018 年 9 月 9 日 (日)

(科目名：専門Ⅱ)

制御工学

I. 図 1 に示す摩擦の無い線形の制御系について、以下の問いに答えなさい。



- (1) 閉ループ伝達関数 $\frac{C(s)}{R(s)}$ を求めなさい。
- (2) ステップ応答を求めなさい。
- (3) 最も正しいステップ応答波形と思われるものを、図 2 の(a)~(f)の中から選びなさい。ただし、根拠も記述しなさい。なお、定数 K は $K_1 > K_2 > 0$ である。

II. 図 3 に示す摩擦の無い線形の制御系について、以下の問いに答えなさい。

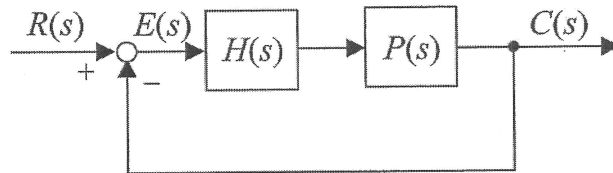


図 3

- (1) $C(s)$ を、 $E(s)$ 、 $H(s)$ および $P(s)$ を全て用いて表しなさい。
- (2) $E(s)$ を、 $R(s)$ 、 $H(s)$ および $P(s)$ を全て用いて表しなさい。
- (3) $R(s) = \frac{1}{s}$ 、 $H(s) = K$ 、 $P(s) = \frac{1}{s+1}$ とするとき、定常偏差が 5 以下となるための K の範囲を求めなさい。なお、定常偏差 ε は、 $\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} sE(s)$ で求められる。

【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。

$$\mathcal{L}[1] = \frac{1}{s}, \quad \mathcal{L}[e^{-at}] = \frac{1}{s+a}, \quad \mathcal{L}[t] = \frac{1}{s^2}, \quad \mathcal{L}[te^{-at}] = \frac{1}{(s+a)^2}$$

2019 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)

2018年9月9日(日)

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, page 425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. 次の英語を日本語に、日本語を英語に、それぞれ訳しなさい。

- (1) adsorption
- (2) isomer
- (3) orbital
- (4) ammonium chloride
- (5) substitution
- (6) 圧力
- (7) 窒素
- (8) 二酸化炭素
- (9) 反応
- (10) 結晶化

得点

2019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)

2018年9月9日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅲ 次の英文 [“Processing bulk natural wood into a high-performance structural material” J. Song et al., *Nature*, 2018, 554, pp.224-pp.239 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】

(1) 下線部①の “in these ways” とはどのような方法か、30字程度の日本語で答えなさい。

(2) 下線部②および③の “sodium hydroxide” および “sodium sulfite” の化学式をそれぞれ書きなさい。

(3) 下線部④の英文を日本語に訳しなさい。

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。(「化学英語の活用辞典」(化学同人) から抜粋し、一部改変)。

(1) 溶解した物質は、沸点を上昇させる、あるいは溶媒の凝固点を下げる。

A dissolved {a solvent · of · substance · the · or · raises · the · point · lowers · point · boiling · freezing}

(2) その青色の生成物は、濾過によって溶液から分離された。

The blue {was · by · separated · the · solution · product · from · filtration}

得点

--

2019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)

2018年9月9日(日)

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 放射壊変に代表される一次反応式は、反応系の物質Aの濃度を[A]とすると、以下のような形式の微分方程式 $-d[A]/dt = k_1[A]$ で表わされる。(k₁は、壊変定数)

(1) 初期条件として、 $t=0$ のとき、 $[A] = [A]_0$ であるとして、変数分離法

$$\int \frac{d[A]}{[A]} = - \int k_1 dt$$

を用いて、この微分方程式を解きなさい。

(2) $[A] = \frac{1}{2}[A]_0$ となる時間 $\tau_{1/2}$ (半減期) を求めなさい。

II 行列 $P = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{pmatrix}$, $Q = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{pmatrix}$ について次の間に答えなさい。

(1) $P^2 = P$, $Q^2 = Q$ であることを計算して示しなさい。

(2) $PQ = QP = O$ (Oはゼロ行列) となることを用いて、行列 $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$ について、 $A = \lambda_1 P + \lambda_2 Q$ と表したとき、 λ_1 , λ_2 の値をそれぞれ求めなさい。
(両辺に P および Q を掛ける)

(3) $A^2 = \lambda_1^2 P + \lambda_2^2 Q$ であることを示しなさい。
((2) の λ_1 , λ_2 の値を使用しなくてもよい)

得点

得点

2019 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)

2018 年 9 月 9 日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

化学基礎・グリーンケミストリー

- I (1) 1-プロモプロパンを C1-C2 結合に沿って眺め、Newman 投影式で、最も安定な立体配座と最も不安定な立体配座をそれぞれ描きなさい。
(2) 上記(1)で解答した二つの投影式について、なぜ片方が最も安定で、もう片方が最も不安定な立体配座であるのか、その理由を 80 字程度で簡潔に説明しなさい。
- II (1) 硝酸はアンモニアと反応して硝酸アンモニウムを生じる。この化学反応式を書き、どの化合物が酸、塩基、共役酸、共役塩基に相当するかについて明記して答えなさい。
(2) アセトン $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$ と 2,4-ペンタンジオン $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$ の酸性度を比較するとどちらが大きいかを示し、その理由を 50 字程度で簡潔に説明しなさい。

得点

2019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)

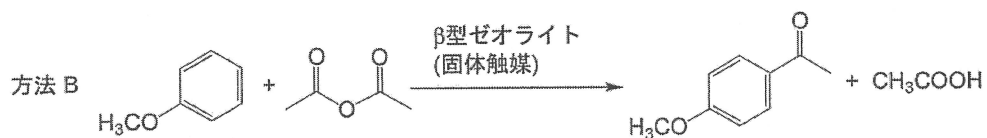
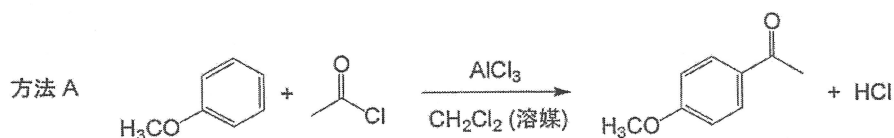
(科目名: 専門 I)

2018年9月9日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

化学基礎・グリーンケミストリー

III アニソールから *p*-アセトアニソールを合成する次の方法 A および方法 B のうち、グリーンケミストリーの観点から望ましいものを選び、その記号を書きなさい。また、望ましい反応として選択した理由について、両反応の違いをできるだけ多く指摘しながら、200~300字程度で述べなさい。



IV 次の①~④の語の中から2つを選び、各語についてそれぞれ50字程度で説明しなさい。

- ① サステイナブルケミストリー
- ② ライフサイクルアセスメント
- ③ 生分解性プラスチック
- ④ E-ファクター

得点

得点

2019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)

2018年9月9日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

物理

次の I および II の問題に答えなさい。

必要ならば、次の(物理)定数を用いなさい。

プランク定数 $h = 6 \times 10^{-34}$ Js, ボルツマン定数 $k_B = 1 \times 10^{-23}$ J/K,

真空中の光の速度 $c = 3 \times 10^8$ m/s, 電子の質量 $m_e = 1 \times 10^{-30}$ kg, $1 \text{ eV} = 2 \times 10^{-19}$ J .

- I ある化学反応によって 25°C 、 100 kPa で 2.0 mol の $\text{O}_2(\text{g})$ が発生した。このとき系が外界にした仕事 W を求めなさい。 $\text{O}_2(\text{g})$ は 25°C 、 100 kPa で完全気体(理想気体)と考えられるので、その時の体積を 25 L としなさい。
- II ある分子の電子のエネルギーの基底状態と第一励起状態のエネルギーの間隔 $\Delta\epsilon_{1,2}$ は 6 eV である。このエネルギーの間隔 $\Delta\epsilon_{1,2}$ に相当するエネルギーを持つ光(電磁波)の振動数と波長を求めなさい。また、この光は、ガンマ線、エックス線、紫外線、可視光線、赤外線、遠赤外線、マイクロ波のどの領域の光であるか答えなさい。

得点

2019 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)

2018 年 9 月 9 日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

次の問題 1～問題 6 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 (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は何か、それぞれ書きなさい。
 (2) 真性半導体の電気抵抗率は温度の上昇とともに減少し、金属の電気抵抗率は温度の上昇とともに増加する。この理由について 100 字程度で説明しなさい。

II 図 1 のような電池があるものとする。以下の問いに答えなさい。ただし、 $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$ および $\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}$ の 25 °C での標準還元電位はそれぞれ -0.25 V および -0.14 V であり、ファラデー定数 F は $9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ とする。

- (1) この電池を電池式で表しなさい。
 (2) この電池の 25 °C での標準起電力を求めなさい。
 (3) (1) で記した電池で起こる電池反応の 25 °C での標準ギブズエネルギーを計算しなさい。

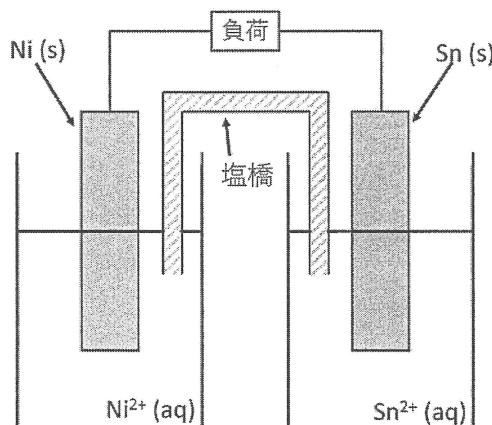


図 1 電池の模式図

III 298 K におけるフッ化バリウム (BaF_2) の水に対するモル溶解度を求めなさい。ただし、フッ化バリウム (BaF_2) の水に対する溶解度積は 298 K において $1.6 \times 10^{-6} (\text{mol dm}^{-3})^3$ とする。なお、解答は立方根を含む形のままでよい。

得点

2019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)

2018年9月9日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題2 [無機・無機材料系2]

- I 結晶構造に関する次の問に答えなさい。
- (1) ZnSは、その構造の違いから閃亜鉛鉱とウルツ鉱の2つの鉱物が知られており、多形をとる化合物の代表例である。それらの構造におけるZn原子とS原子の充填構造の違いを説明しなさい。
 - (2) 岩塩型構造の空間群は、Fm3mである。それぞれの記号と数字の意味を説明しなさい
- II 下図は、2成分系(A, B)の相図を示している。圧力が一定のとき、(1)~(4)の矢印で示したところの自由度をギブスの相律を用いて示しなさい。なお、計算式も示しなさい。また、(1)の状態から冷却して(4)に達したときの最も特徴的な組織をそれぞれ描きなさい。

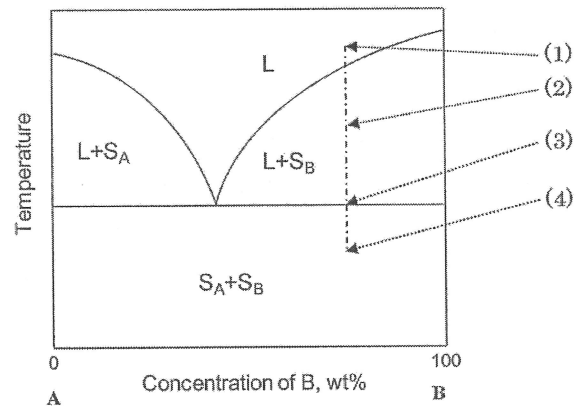


図 2成分系(A,B)の相図

得点

2019 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)

2018 年 9 月 9 日(日)

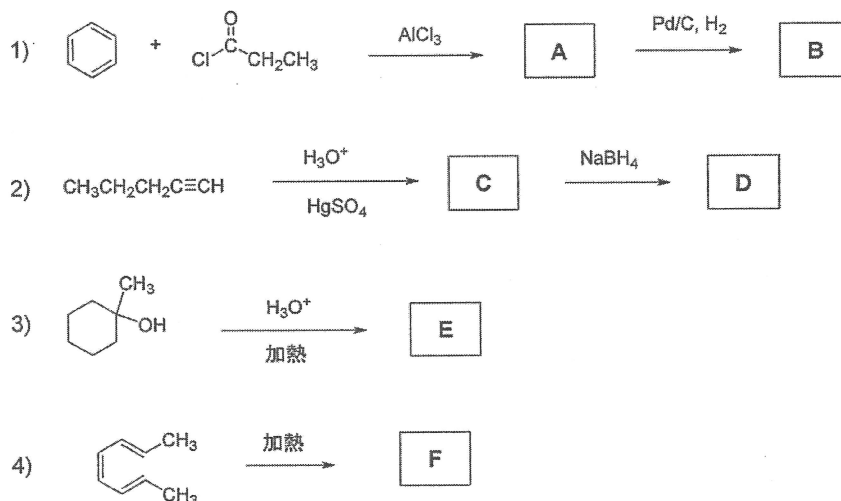
受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 3 [有機・高分子系 1]

I エーテルの製法には、酸触媒法、Williamson 合成法などが知られている。これらを利用したエーテル合成について以下の問いに答えなさい。

- (1) 酸触媒法を用いたエーテル合成は、簡単な対称エーテルのみに限定される。その理由を 100 字程度で説明しなさい。
- (2) Butyl phenyl ether の合成方法を書きなさい。

II 次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。



得点

2019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)

2018年9月9日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題4 [有機・高分子系2]

- I. ポリエチレンテレフタレートについて、次の問いに答えなさい。
- (1) ポリエチレンテレフタレートは一般に2つの化合物の重縮合で得られる。これら2つの化合物の名称と構造式を示しなさい。
 - (2) ポリエチレンテレフタレートの構造式を示しなさい。
 - (3) 一般にポリエステル重合度 P_n は $\sqrt{\frac{K}{n_w}}$ (K は平衡定数、 n_w は脱離した水の物質質量) で表される。重合温度が同じとき、重合度を2倍にするためには、脱離した水をどうすればよいか答えなさい。
- II. ビニル化合物 ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{X}$: X は置換基) の付加重合では、置換基の特徴によってカチオン重合かアニオン重合のどちらかが優先的に起こる。次の置換基をもつビニル化合物はカチオン重合とアニオン重合のどちらの重合方法が適しているか、それぞれ理由とともに答えなさい。
- (1) $-\text{CH}_3$
 - (2) $-\text{CN}$

得点

2019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)

2018年9月9日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

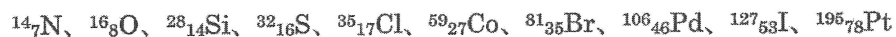
問題5 [分析・物理化学系1]

- I 「磁気共鳴」についての次の文章の空所に入る最も適当なものを解答用紙に書きなさい。また、下記の設問(問1から問3)に答えなさい。なお、【 A 】と【 B 】には分析法の正式な名称を、【 E 】～【 G 】には原子番号と質量数を付けた元素記号を答えなさい。

磁気共鳴は、試料を強力な外部磁場中に置き、外部磁場によるエネルギー準位の分裂をそれに相当するエネルギーの電磁波の吸収を観測することにより、定性・定量分析を行う手法である。磁気共鳴には、磁気モーメントを持つ核を対象とする【 A 】分析法と対電子を対象とする【 B 】分析法がある。それらは、アルファベット3文字で、それぞれ【 C 】法と【 D 】法と略して称せられることが多い。

【 A 】分析法は、有機化合物の分子構造を明らかにするためによく用いられており、最も分析対象とされている核種は、【 E 】と【 F 】である。【 E 】はプロトンとも呼ばれている。【 E 】と【 F 】では、【 G 】の方が6000倍程度高感度である。

- 問1 【 A 】分析法と【 B 】分析法で用いられる電磁波の領域をそれぞれ答えなさい。
- 問2 【 A 】分析法の簡単な原理を次の用語を使って200字程度で書きなさい。図などを利用してよい。
(用語) 磁気モーメント、外部磁場、 α スピン、 β スピン、ゼーマン分裂、ボルツマン分布
- 問3 次の核種の中で、【 A 】分析法が測定可能な核種を示しなさい。



得点

2019 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)

2018 年 9 月 9 日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 6 [分析・物理化学系 2]

I 断熱容器に入っている 300 K の水 20.0 mol (360.2 g) に、1000 K に加熱した銅塊 2.00 mol (127.1 g) を入れ、平衡に達するまで待った。以下の問いに答えなさい。ただし、銅と水の定容モル熱容量はそれぞれ $25.0 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ および $75.0 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ とする。また、温度変化による熱容量の変化、銅や水の体積変化および容器の容積変化はないものとし、系以外への熱損失は無視できるものとする。

- (1) 平衡に達したときの温度
- (2) 銅塊の内部エネルギー変化 ΔU

II 標準状態 (10^5 Pa)、 25°C (298 K) において、 Ca (g) が $\text{Ca}^{2+} \text{ (g)}$ にイオン化する反応を考える。このときの標準イオン化エンタルピー $-\Delta_{\text{ion}}H^\ominus$ と内部エネルギー変化 $\Delta_{\text{ion}}U^\ominus$ の差 ($\Delta_{\text{ion}}H^\ominus - \Delta_{\text{ion}}U^\ominus$) を求めなさい。全ての気相の粒子は完全気体としてふるまうものとし、必要ならば、気体定数 $R = 8.3 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ を用いなさい。

III 標準状態 (10^5 Pa)、体温 37°C (310 K) におけるある生体反応のエンタルピー変化 $\Delta_r H^\ominus$ は -200 kJ/mol で、エントロピー変化 $\Delta_r S^\ominus$ は $-300 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ であった。以下の問いに答えなさい。

- (1) この反応のギブズエネルギー変化 $\Delta_r G^\ominus$ を求め、この反応が自発的に進行するか否か論じなさい。
- (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。

得点

2019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)

2018年9月9日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問1. 次の文章を読み、下線部①～④を英訳しなさい。なお、下線部③を英訳する際には二重線部「それ」の内容がわかるように、英訳すること。

【引用部分は削除しています】

出典：熊谷道夫・浜端悦治・奥田昇（2015）琵琶湖は呼吸する，海鳴社

参考) ロシア：Russia
バイカル湖：Lake Baikal
五大湖：the Great Lakes

問2. 以下の「光害」に関する英文を和訳しなさい。

【引用部分は削除しています】

出典：T. Longcore and C. Rich (2004) Ecological light pollution. *Front Ecol Environ* 2(4): 191-198.

参考) astronomical light pollution：天空への光害
catastrophic：悲惨な，ひどい
hatchling sea turtles：産まれたてのウミガメ
substantial：実質的な，実際の
subtle：微妙な，とらえがたい
taxonomic groups：分類群

得点

2019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)

2018年9月9日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

以下の大問 I ~IV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と括弧内の科目名を明記すること。

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 次式((1)~(3))の $\frac{dy}{dx}$ をそれぞれ求めなさい。計算過程を残すこと。

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

問2 次の微分方程式((1)~(2))をそれぞれ解きなさい。ただし、 $x=0$ のとき、 $y=C$ であるとする。計算過程を残すこと。

- (1) $\frac{dy}{dx} = 3e^{2x}$
- (2) $\frac{dy}{dx} = 0.9y$

問3 ある湖でヨコエビ(甲殻類)をランダムに採取して各個体の殻長(cm)を測定したところ、次の38個体分のデータが得られた。このデータについて、後の問い((1)~(3))に答えなさい。

0.4 2.6 4.2 5.3 5.5 5.5 6.0 6.1 6.2 6.7 6.9 7.2
7.6 7.8 8.4 12.9 14.2 14.3 14.5 14.5
14.5 14.9 15.3 15.4 15.4 15.8 16.0 16.0 16.2 16.3 16.6 16.7
17.0 17.2 17.3 18.3 19.0 19.9

- (1) 中央値(または中位値、メディアン)を答えなさい。
- (2) この変数のヒストグラムを描きなさい。
- (3) (2)で作成したヒストグラムから38個体を2つのサイズ群に分け、それぞれの中央値を答えなさい。

得点

2019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)

2018年9月9日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅱ 環境科学(物理分野)

以下の問い(問1、問2)に答えなさい。

問1 以下の小問(1)～(4)に答えなさい。ただし、重力加速度は 9.8m/s^2 、空気の抵抗はないとする。答えには計算過程と単位も示すこと。

- (1) 時速 72km ($=72\text{km/h}$)の自動車 20 秒(s)で停止した。このときの平均加速度を求めなさい。
- (2) 質量 0.5kg の質点が 4m/s^2 の加速度で運動しているとき、この質点に働く力の大きさは何N(ニュートン)か。
- (3) 一直線を 10m/s の速さで動いている質量 20kg の物体を 5 秒間で停止させるには、平均どれだけの力を加えるとよいか。
- (4) 36km/h の速度でボールを真上に投げたとき、このボールは何mの高さに達するか。

問2 質量 m の質点が落下するとき、重力と空気による抵抗力が働く。鉛直上向きを正として、質点の速度を w とする。また、空気による抵抗力 η は比例定数 k で質点の速度 w と質量 m に比例する。このとき、運動方程式を導きなさい。

得点

2019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)

2018年9月9日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

III 環境科学 (化学分野)

4 Lの金属容器に、互いに構造異性体の関係にあるシクロプロパン C_3H_6 とプロピレン C_3H_6 の混合気体が入っている。この混合気体の重量百分率はシクロプロパン 75%、プロピレン 25%である。この混合気体に対して酸素 78.4g を加えて完全燃焼をさせると、13.2gの二酸化炭素が発生した。このことについて、次の問い(問1～問3)に答えなさい。

なお、炭素の原子量: 12, 水素の原子量: 1, 気体定数 R : $0.082 \text{ L} \cdot \text{atm} / \text{K} \cdot \text{mol}$ とする。

- 問1 シクロプロパンが完全燃焼をした場合の化学反応式を記しなさい。
- 問2 混合気体中のシクロプロパンとプロピレンはそれぞれ何gになるかを答えなさい。
- 問3 酸素を加える前の混合気体中のシクロプロパンとプロピレンの圧力は、 27°C においてそれぞれ何気圧(atm)になるかを答えなさい。

得点

2019 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)

2018 年 9 月 9 日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

IV 環境科学 (生物分野)

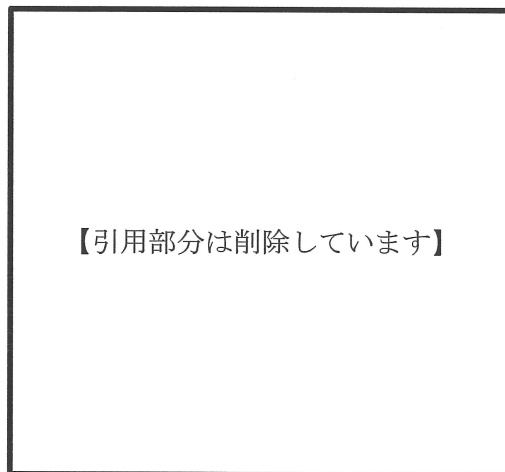
以下の問い (問 1～問 3) に答えなさい。

問 1 次の生物学用語の中から 5 つ選び、それぞれ解説しなさい。

- | | |
|------------|-----------|
| (1) コドン | (6) 適応度 |
| (2) イントロン | (7) 光飽和点 |
| (3) 同所的種分化 | (8) 補償深度 |
| (4) 環境収容力 | (9) メタ個体群 |
| (5) 極相林 | (10) 転写 |

問 2 動物は世界中の様々な温度環境へと進出しているが、恒温動物においては寒冷地にすむ種は、温暖地にすむ同種や近縁種に比べて体が大きくなっている例が見られる。これは寒冷な気候への適応と考えられ、ベルクマンの法則と呼ばれている。では、寒冷地にすむ種ほど相対的に体が大きくなっているのはなぜだと考えられるか、体温維持の観点から説明しなさい。なお解答文は 70 文字以上で記述すること。

問 3 下の図はオオタカの狩りの成功率低下について観察した結果である。餌生物であるジュズカケバトの群れの大きさが 50 個体を超えるとオオタカの狩りの成功率は 10%未満まで低下している。このように群れが大きいか、オオタカの狩りの成功率が低下するのはなぜか、説明しなさい。



(図の出典: 株式会社第一学習社 高等学校 改訂生物 平成 30 年 2 月 10 日発行版 p. 333)

得点

2019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)

2018年9月9日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

以下の大問Ⅰ～Ⅱ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 水域の有機性汚染物質(指標)について、次の問い(問1～問4)に答えなさい。

問1 BODとCODとの違いを説明した上で、それぞれ河川、湖沼のどちらの対象水域の環境基準項目であるかを、その理由と共に述べなさい。

問2 びわ湖(琵琶湖)への負荷となりうるBODの面源(ノンポイントソース)について、なるべく異種と考えるものを二つ述べなさい。また、びわ湖に流入した下水処理場由来のBOD濃度が減少する主な因子について、物理・化学的(物理的、化学的)なものおよび生物学的なものをつずつ示し、それぞれ数行程度で説明しなさい。

問3 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)は理論上およそいくらか、その数値と単位を答えなさい。尚、数値がわからない、あるいは不安な場合は、理論上のBOD値を求めるために最も関連する物性の名称を答えてもよい。解答は、いずれか一方のみを、以下の解答例に従って行いなさい。

【解答例】

50 km (数値と単位を解答する場合)

水の沸点 (最も関連する物性の名称を解答する場合)

問4 100 t/dの生産能力で製造される製品は、その製造工程で原料を200 t/dで消費し、BODが300 mg/Lの廃水を400 m³/d産み、その廃水は500 m³/dの製品製造とは関係のない冷却水(BODは0 mg/L)と混合した後に工場から排水されるとする。この製品についてのBOD原単位はいくらか。途中計算式を記した上で、単位と共に答えなさい。尚、文中の数値は解の算出に使用しないものもある。

Ⅱ 細菌学的試験に関する次の問い(問1～問3)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、下記の語群から選んで、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。

得点

得点

2019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)

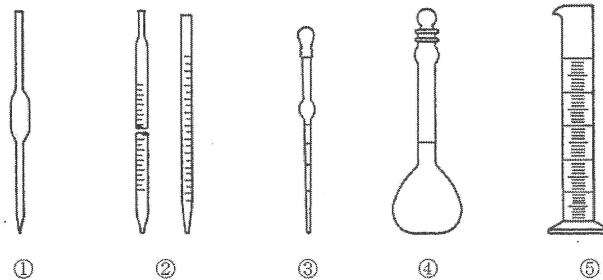
2018年9月9日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

【語群】

- 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。

Ⅲ 広く用いられている廃水処理技術に標準活性汚泥法がある。標準活性汚泥法の曝気槽容積を $V [m^3]$ 、曝気槽内 MLSS 濃度を $X [kg/m^3]$ 、下水流入量を $Q [m^3/d]$ 、曝気槽流入下水中 BOD 濃度を $C [kg/m^3]$ とするとき、次の問い(問1～問4)に答えなさい。

問1 標準活性汚泥法における曝気槽の設計因子として BOD-SS 負荷 (L) や水理学的滞留時間 (T) がある。 L 、 T をリード文の記号を使ってそれぞれ式で表しなさい。

問2 標準活性汚泥法では最終沈殿池から出てくる汚泥の一部を返送汚泥として曝気槽に戻している。このような汚泥返送操作が必要な理由を説明しなさい。

問3 返送汚泥流量を $Q_R [m^3/d]$ 、返送汚泥中 MLSS 濃度を $X_R [kg/m^3]$ とするとき、曝気槽の汚泥収支式を答えなさい。ただし、流入下水中の浮遊物質 (SS) および余剰汚泥発生は無視できるものとする。

問4 $V = 1500 m^3$ 、 $Q = 4600 m^3/d$ 、 $C = 0.10 kg/m^3$ 、 $Q_R = 2300 m^3/d$ 、 $X_R = 6.0 kg/m^3$ であるとき、定常状態を仮定して問3の汚泥収支式を解き、曝気槽内 MLSS 濃度 X を求めなさい。

得点

2019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)

2018年9月9日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅳ 環境省の指針によれば、環境配慮を効果的に進めていくために、自らが発生させている環境への負荷や対策やその成果を的確に把握し、評価していくことが重要とされている。その具体的な手法として、主に次のものが知られている。

- ① リスクアセスメント (RA)
- ② 環境評価法 (EIA)
- ③ 戦略的環境アセスメント (SEA)
- ④ ライフサイクルアセスメント (LCA)

以上4つのうちから3つの手法を選び、それぞれの手法を30字程度で述べなさい(基準、方法、他の手法との差異・類似など)。

Ⅴ 条例の環境影響評価の対象となる、ごみ焼却施設の排ガス対策について次の問い(問1～問3)に答えなさい。

問1 ごみ焼却施設から排出される主要な大気汚染物質を5つ列挙しなさい。

問2 問1で列挙した大気汚染物質の中から2つとりあげて、代表的な除去、低減方法を述べなさい。

問3 大気拡散の観点から、排ガスの動態について注意すべき点を述べなさい。

Ⅵ 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(問1～問3)に答えなさい。

問1 次ページ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、水理学的な視点から説明しなさい。

- (1) 径深
- (2) 粗度係数
- (3) 動水勾配

得点

2019 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

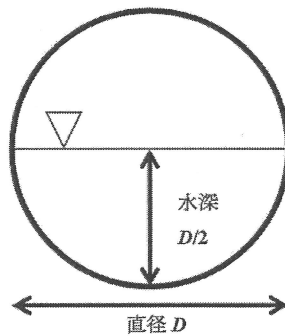
(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2018 年 9 月 9 日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問3 次の図に示す導水路(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)



VII 人は土地をさまざまに改変して暮らしてきた。そのような場所にも多様な生物が住みついてきたが, 近代になって, あるいは近年, そこを人が改めて改変したり, その場所の管理手法を変えたことによって, そこに住みついていた生物が住みづらくなったり, 新たな生物が住みつくような現象が起こっている。下記の A~D は, このような人のかかわりが深いと考えられる環境の事例である。

- A. 人工水路 (里川)
- B. 里山
- C. 水田
- D. 自然河川

これら A~D の事例から 2 つを取り上げ,

1) かつて, 人が土地をどのように改変 (あるいは利用・管理) し, そこにどのような生物が住みついてきたと考えられるか。

2) 近代あるいは近年になって, その場所が改めてどのように改変されたか, あるいは利用や管理のしかたがどのように変わったか。これによってそこに住みついていた生物種あるいは生物群集がどのように変化したと考えられるか。

3) 近代あるいは近年になって行われた人の改変や利用・管理手法の変化がその場所に住みついていた生物に影響を与えたことを証明するためには, どのような生態学的調査を行えばよいか。

について述べなさい。なお, 選択した 2 つの事象の記号を明記すること。

得点

2019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)

2018年9月9日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

VIII ニホンジカ個体数の増大に伴い、各地の森林の荒廃が問題になっている。特に、^①森林下層植生の劣化が著しく、一部の森林では^②表土流出の問題を引き起こしている。このことに関して、次の問い(問1～問5)に答えなさい。

問1 下線部①「森林下層植生の劣化」は、具体的にはどのような現象か。植生の面から解説しなさい。

問2 下線部②「表土流出の問題」をどのように評価すれば良いか。評価の観点を答えなさい。

問3 問2の評価の観点に沿った測定計画を立案しなさい。

問4 問3の実験計画ではどのような結果が期待されるか。

問5 問3の実験計画を実施するうえで問題となる事柄を答えなさい。

IX 魚類相の調査手法に関連した次の問い(問1～問3)にそれぞれ答えなさい。

問1 魚群探知機には科学計量魚探といわれる、魚群の生物量まで推定できるタイプの機器があり、各種資源量調査に使用されている。この手法による生物量推定と、まき網などの直接の捕獲による推定手法とについて、両手法の長所・短所をそれぞれ説明しなさい。

問2 近年、水中を漂う魚類由来のDNAを分析して生息魚類相を推定する、環境DNA分析が急速に発展してきた。この手法は間接的に生息生物の情報を得るものであるが、直接の捕獲による魚類相の推定方法と比較した場合の長所を、3点挙げて説明しなさい。

問3 環境DNAは放出源である魚類個体から、水の動きに従って移流・拡散する。これが原因となり、分析によって検出された魚類が必ずしもその採水地点近傍にいた、とは言い切れないという問題がある。この空間解像度にかかわる問題を、いかにすれば低減することができるか、研究アプローチを考えて説明しなさい。

X 多数の局所生息地(パッチ)があり、それぞれのパッチを植物一個体だけが利用可能(=占有可能)とする。この多数のパッチをめぐる植物種Aと植物種Bが競争関係にある。それぞれのパッチは、植物種A個体が占有する状態(種A占有パッチ)、植物種B個体が占有する状態(種B占有パッチ)、どちらの種も占有しない状態(空きパッチ)のいずれかの状態となる。各パッチの状態はいくつかの生態的過程で変化する。空きパッチは、種Aもしくは種Bの占有パッチからの種子分散により、種A占有パッチもしくは種B占有パッチへと変化する。ただし、種Aの種子が、種Bの占有パッチに到達したときには個体間競争の結果、種Bの占有パッチは種Aの

得点

2019 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)

2018 年 9 月 9 日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

占有パッチに変化する一方、種 B の種子分散によって種 A の占有パッチが種 B の占有パッチに変化することはないとする (非対称競争)。また、占有パッチは個体の死亡によって空パッチに変化する。このとき、すべての局所生息地に占める種 A の占有パッチの割合 P_A ($0 \leq P_A \leq 1$) と種 B の占有パッチの割合 P_B ($0 \leq P_B \leq 1$) の動態は以下の微分方程式系で表される:

$$\frac{dP_A}{dt} = c_A P_A (1 - P_A - P_B) + c_B P_A P_B - m P_A, \quad (1)$$

$$\frac{dP_B}{dt} = c_B P_B (1 - P_A - P_B) - c_A P_A P_B - m P_B. \quad (2)$$

それぞれの方程式の右辺第一項は空パッチへの種子分散による状態変化、第二項は種 A の種子が種 B の占有パッチに到達したときの状態変化、第三項は死亡による状態変化を表している。ただし、ここで t は時間、 c_A は種 A の種子分散率、 c_B は種 B の種子分散率、 m は種 A と種 B に共通の死亡率を表している。これに関して次の問い (問 1 ~ 問 4) に答えなさい。ただし解答にいたる計算過程についても明記すること。

問 1 まず、種 A のみが正の占有パッチ割合を持つ平衡状態を考える ($0 < P_A^* < 1, P_B^* = 0$)。式 1 を使って ($0 = \frac{dP_A}{dt}$)、この平衡状態における種 A の占有パッチ割合 (P_A^*) を求めなさい。

問 2 P_A^* が正の値を持つための条件を c_A や m を使って表しなさい。

問 3 次に、種 A と種 B が共存する平衡状態を考える ($0 < P_A^{**} < 1, 0 < P_B^{**} < 1, 0 < P_A^{**} + P_B^{**} < 1$)。種 A の占有パッチ割合 (P_A^{**}) の値は問 1 で求めた P_A^* と同じであること ($P_A^{**} = P_A^*$) を使い、式 2 ($0 = \frac{dP_B}{dt}$) から種 B の占有パッチ割合 (P_B^{**}) を求めなさい。

問 4 P_B^{**} が正の値を持つための条件を c_A や c_B, m を使って表しなさい。

XI 生物多様性に関する次の問い (問 1 ~ 2) に答えなさい。

問 1 種の多様性に関する以下の小問 ((1) ~ (2)) に答えなさい。

(1) 「 α 多様性」と「 β 多様性」の違いを詳しく説明しなさい。

(2) 「 γ 多様性」について、「 α 多様性」と「 β 多様性」の 2 語を用いて詳しく説明しなさい。

得点

2019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)

2018年9月9日(日)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問2 遺伝的多様性に関する以下の小問 ((1)~(2)) に答えなさい。

(1) 遺伝的多様性が低下することで、当該生物の存続可能性はどのように変化するか。存続可能性が変化する仕組みとともに、詳しく説明しなさい。

(2) 遺伝的多様性は、どのような人為的環境改変によって低下するか。具体的な生物と環境改変事例を挙げ、詳しく説明しなさい。

XII 近年、日本海側地域から太平洋側地域へと広がりをもせているナラ枯れ（ブナ科樹木萎凋病）は、ナラ類、シイ・カシ類の樹木を枯らす病原菌（ナラ菌）と、その媒介昆虫（カシノナガキクイムシ）との協働によって引き起こされる樹木の伝染病である。サイズが大きく高齢の木が被害を受けやすく、小さな木はほとんど被害を受けないことがわかっている。ナラ枯れがなぜ近年拡大しているのか、人による森林資源の利用という観点から400字以内で記述しなさい。

得点