

2022年度 大学院(修士課程) 入学試験問題
(科目名:英語)

(理工学研究科 数理情報学専攻)

2022年2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

- ※ 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 以下の英文の下線部(a) および下線部(b)を和訳しなさい。

【引用部分は削除しています】

[G. H. Hardy and E. M. Wright, An introduction to the theory of numbers, 4th edition, Oxford (1975) から一部変更して引用. programme : (催し物・放送の) プログラム, 番組; congenial : (仕事・場所などが) 性(しょう)に合った.]

2022年度 大学院(修士課程) 入学試験問題
(科目名:英語)

(理工学研究科 数理情報学専攻)

2022年2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅱ 以下の英文では無線 LAN 規格の制定の過程を説明しています。この英文の下線部を和訳しなさい。

【引用部分は削除しています】

[A. S. Tanenbaum and D. J. Wetherall, Computer Networks, 5th Ed., Prentice Hall (2010) から引用. proliferation : 急増, base station : 基地局, IEEE : IEEE 学会 (学会の名称)]

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。

2022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)

2022年2月19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 行列

$$A = \begin{pmatrix} 5 & \sqrt{3} \\ \sqrt{3} & 3 \end{pmatrix}$$

について、次の問いに答えなさい。

- (1) A の固有値と固有ベクトルを求めなさい。
- (2) A を直交行列で対角化しなさい。
- (3) 2次曲線 $5x^2 + 2\sqrt{3}xy + 3y^2 = 1$ の概形を描きなさい。

II 2回微分可能な関数 $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ について、次の三つの条件を考える。

- (A) $p \leq q$ であるような任意の $p, q \in \mathbb{R}$ に対して $f'(p) \leq f'(q)$
- (B) 任意の $x, m \in \mathbb{R}$ に対して $f(x) \geq f'(m)(x - m) + f(m)$
- (C) 任意の $b, c \in \mathbb{R}$ に対して $\frac{1}{2}(f(b) + f(c)) \geq f\left(\frac{b+c}{2}\right)$

次の問いに答えなさい。

- (1) 関数 f が条件 (A) をみたすならば f は条件 (B) をみたすことを、平均値定理を用いて示しなさい。
- (2) 関数 f が条件 (B) をみたすならば f は条件 (C) をみたすことを示しなさい。

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅲ 質量 $m = 1$ の質点の x 軸上の運動を考える。時刻 t における質点の位置を $x(t)$ とする。

- (1) 質点は、位置 x にあるとき、力 $-9x + 18$ を受ける。質点の運動方程式の一般解を求めなさい。
- (2) (1) の場合に、質点が $t \geq 0$ において範囲 $1 \leq x \leq 3$ に留まるための、初期位置 $x(0)$ 、初速度 $\frac{dx}{dt}(0)$ に対する条件を求めなさい。
- (3) 質点は、位置 x にあるとき、力 $9x - 18$ を受ける。質点の運動方程式の一般解を求めなさい。
- (4) (3) の場合に、質点が $t \geq 0$ において範囲 $1 \leq x \leq 3$ に留まるための、初期位置 $x(0)$ 、初速度 $\frac{dx}{dt}(0)$ に対する条件を求めなさい。

Ⅳ 配列 a に n 個の整数データが格納されている ($n \leq 100$)。この配列 a 中に現れている整数の出現回数を調べて表示したい。例えば、

$$n = 10, a = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 20 & -50 & 100 & 80 & 60 & 100 & 100 & -50 & 80 & 100 \\ \hline \end{array}$$

の場合は、次のように表示する。

```
20 1
-50 2
100 4
80 2
60 1
```

ただし、各行(整数データとその出現回数の組)の出力順は問わない。

- (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, n を引数とし、標準出力に対して、このような出力を行う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。

2022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)

2022年2月19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) $a \in \mathbb{R}$ とする。次の集合を \cap, \cup を含まない形でそれぞれ表しなさい。また、そのようになる根拠を説明しなさい。

$$A = \bigcap_{t \in (a, \infty)} (-\infty, t],$$

$$B = \bigcap_{t \in (-\infty, a)} (-\infty, t],$$

$$C = \bigcup_{t \in (a, \infty)} (-\infty, t],$$

$$D = \bigcup_{t \in (-\infty, a)} (-\infty, t]$$

- (2) 平面の点集合 $K = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid 1 < x^2 + y^2 \leq 4\}$ の内部, 外部, 境界, 閉包をそれぞれ求め, それぞれ図示しなさい。

II 次の問いに答えなさい。

- (1) $z = x + iy$ とする。正則関数 $f(z)$ の実部が $e^y \cos x$ で与えられるとき, $f(z)$ を求めなさい。
- (2) 複素平面上で3点 $0, z, z-1$ を頂点とする三角形が正三角形となるような z の値を求めなさい。

2022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)

2022年2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅲ y を x の関数とするとき、次の問いに答えなさい。

- (1) 微分方程式 $x \frac{dy}{dx} - 3y = 0$ の一般解を求めなさい。
- (2) 微分方程式 $x \frac{dy}{dx} - 3y = x$ を、 $u(x) = \frac{y(x)}{x}$ についての微分方程式に書き直しなさい。
- (3) 微分方程式 $x \frac{dy}{dx} - 3y = x$ の一般解を求めなさい。
- (4) 微分方程式 $x^2 \frac{dy}{dx} - y^2 - xy + x^2 = 0$ の一般解を求めなさい。

Ⅳ 連続型確率変数 Z は平均 0、分散 $1^2 = 1$ の正規分布(標準正規分布)に従う、すなわち、 Z の確率密度関数は

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}$$

で与えられる。このとき、 $u \in \mathbb{R}$ に対して、

$$Q(u) = \int_u^{+\infty} f(z) dz$$

と定義する。

- (1) $Z < -3$ となる確率 $P(Z < -3)$ を、定積分を含まない形で $Q(u)$ ($0 < u < +\infty$) を使って表しなさい。
- (2) 確率 $P(-3 < Z < 2)$ を、定積分を含まない形で $Q(u)$ ($0 < u < +\infty$) を使って表しなさい。
- (3) 連続型確率変数 X が平均 5、分散 $2^2 = 4$ の正規分布に従うとき、確率 $P(X < -3)$ を、定積分を含まない形で $Q(u)$ ($0 < u < +\infty$) を使って表しなさい。
- (4) 期待値 $E[|Z|]$ を求めなさい。 $|Z|$ は Z の絶対値である。
- (5) 期待値 $E[e^{3Z}]$ を求めなさい。

2022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)

2022年2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

V n 個の都市 $C_0, C_1, C_2, \dots, C_{n-1}$ があり, それらの内の2都市間を結ぶ航空路がいくつか開設されている。ただし, $1 < n \leq 100$ である。都市 C_i と都市 C_j の間に航空路があることを $a[i][j] = 1$ で, ないことを $a[i][j] = 0$ で表現した2次元配列 a と, 都市番号 p, q ($p \neq q$) が与えられる。都市 C_p から C_q まで, 航空機を乗り継いで行くことができるかどうかを判定するプログラムを作成したい。なお, $a[i][i] = 0$ かつ $a[i][j] = a[j][i]$ ($0 \leq i, j < n$) であり, プログラムの実行途中で, 配列 a の内容は書き換えられてしまっても構わないものとする。

このようなことは, 次のような再帰的な手続きで実現できるはずである。

1. C_p と C_q を直接結ぶ航空路があれば, 「行ける」と判定して終了する。
2. C_p と直接航空路で結ばれた各 C_t について, この手続きを再帰的に適用し, C_p と C_t 間の航空路はないものとして, C_t から C_q へ行くことができれば, C_p から C_q へ「行ける」として手続きを終了する。
3. 手順2で, いずれの C_t でも行けると判定されない場合は, C_p から C_q へは「行けない」として手続きを終了する。

C言語またはJava言語を用いて, 正の整数 n と 100×100 の大きさの2次元配列 a , 2都市の番号 p, q を引数として, 都市 C_p から C_q まで行くことができれば1を, できなければ0を戻り値として返す関数またはクラスメソッド(静的メソッド) `reach` を書きなさい。

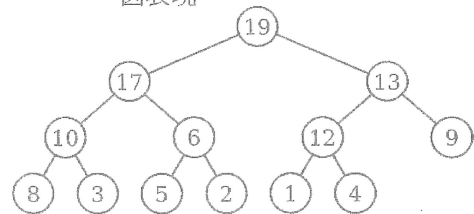
受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅵ 有用なデータ構造のひとつにヒープが挙げられる。ヒープは2分木の各頂点に一定の条件を満たすようにデータを格納したものであり、その実現には配列が用いられる。下の図は要素数 13 のヒープの例である。

配列

[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]
19	17	13	10	6	12	9	8	3	5	2	1	4

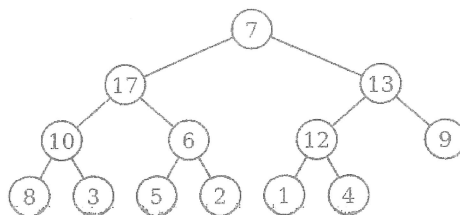
図表現



ヒープは以下の 5 条件を満たすように構成される。

- 要素数 n のヒープは要素数 n の配列を用いて記憶し、配列の添字を 2 分木の頂点 (節点) の番号とする。
- 2 分木の根は頂点 0 である。
- 2 分木の各頂点は高々 2 つの子頂点を持つ。
- 2 分木の頂点 i の子頂点は、(もし存在すれば) 頂点 $2i+1$ と頂点 $2i+2$ である。
- 親子関係にある任意の 2 頂点に対し、不等式 (親の値) \geq (子の値) が成立する。

- 値 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 を持つヒープを 2 通り構成し、それぞれ 2 分木の図表現で示しなさい。
- 上で例示したヒープの根の値 19 を、下に図示するように、7 へと変更した。この状態ではヒープの条件を満たしていない。そこで、親子間での値の交換操作を繰り返して、ヒープの条件が再び満たされるようにしたい。値の交換操作が行われるたびに 2 分木による図表現を示し、ヒープの条件が再び満たされるまでの過程を示しなさい。



- どのヒープにおいても、2 分木の根の値はヒープ中の最大値であることをヒープの条件に基づいて説明しなさい。なお、ヒープ中の値は互いに異なると仮定してよい。

2022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2月19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)

以下の英文に関する下記の問に、原文に則して答えなさい。なお、問題の番号・記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】

(English for Science and Technology Students (朝日出版社, 2020) より)

- (1) 下線部 (1) **important qualities or characteristics of a good engineer** としてどのようなものがあるかを、各段落に即して日本語で簡潔に列挙しなさい。
- (2) 下線部 (2) を日本語に訳しなさい。
- (3) 下線部 (3) の意味としてもっとも適切なものを選び、その記号を書きなさい。
 - a. think that you are ready for action
 - b. think in a way that is new, different or shows imagination
 - c. think strongly that you agree with what others will achieve
 - d. think and react to things without any preparation
- (4) 空欄 (4) に入るもっとも適切なものを選び、その記号を書きなさい。
 - a. First
 - b. Namely
 - c. Besides
 - d. However

2022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2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

II(英語)

以下の英文は"NASA Prepares for First Helicopter Flight Test on Mars"と題した記事である。この英文に関する下記の問題に、原文に則して答えなさい。なお、問題の番号・記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 in the News, Voice of America Special English 2021年4月11日の放送原稿より抜粋)

- (1) 上記の英文では、NASAのことを the space agency という語でも表現しているのと同じように、同じ意味を異なる語でも表示しており、そのことを把握していないと内容を正しく理解することが難しい。文中において下線 (a) と (b) により示された語について、それぞれの内容と同じ意味を示している英単語をすべて挙げなさい。
- (2) 上記の英文では、複数の test(s) について言及している。文中の下線 (c) ~ (e) によって示された test(s) について、それぞれの内容を日本語で説明しなさい。
- (3) 上記の英文では、Perseverance の主たる目的は何であり、そのために何をしようとしていると述べているのか、当該部分を日本語に訳すことにより説明しなさい。
- (4) 上記の英文では、Ingenuity は史上初めてどのようなことを成し遂げようとしていると述べているのか、日本語で説明しなさい。
- (5) 上記の英文では、Ingenuity は将来どのようなことについて宇宙飛行士を支援することができると述べているか、日本語で説明しなさい。

2022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 2月 19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)

次の問いに答えなさい。

ガウス積分 J を求める。

$$J = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-ax^2} dx \quad \text{ただし } a > 0$$

積分変数 x を y に置き換えると

$$J = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-ay^2} dy$$

となる。2式を掛け合わせると

$$J^2 = \int_{-\infty}^{\infty} dx \int_{-\infty}^{\infty} dy e^{-a(x^2+y^2)}$$

となる。

(1) (x, y) を 2次元のデカルト座標とし、

$$J^2 = \int_{-\infty}^{\infty} dx \int_{-\infty}^{\infty} dy e^{-a(x^2+y^2)}$$

を極座標 (r, θ) に変換しなさい。

(2) (1) を計算しガウス積分 J を求めなさい。

II (数学)

行列 $S = \begin{pmatrix} -1 & 2 & 2 \\ 2 & -1 & 2 \\ 2 & 2 & -1 \end{pmatrix}$ を考える。次の問いに答えなさい。

- (1) S の固有値を求めなさい。
- (2) 直交行列 Q で、 $Q^{-1}SQ$ を対角行列とするものを一つ求めなさい。
- (3) n を自然数とする。 S^n を求めなさい。

2022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 2月 19日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅲ(電気回路)

- (1) 抵抗値 R_1 の抵抗と抵抗値 R_2 の抵抗を直列に接続した回路図を書きなさい。
その回路の合成抵抗の抵抗値を求めなさい。
その回路に直流電圧 V を印加したときに流れる直流電流 I を求めなさい。
- (2) 静電容量 C_1 のコンデンサと静電容量 C_2 のコンデンサを並列に接続した回路図を書きなさい。
その回路の合成容量の静電容量を求めなさい。
その回路に直流電圧 V を印加したときに充電される電荷 Q を求めなさい。
- (3) 角周波数を ω とするとき、抵抗値 R の抵抗のインピーダンス Z_R を書きなさい。
静電容量 C のコンデンサのインピーダンス Z_C を書きなさい。
抵抗値 R の抵抗と静電容量 C のコンデンサを直列に接続した回路の合成インピーダンス Z を求めなさい。
その回路に交流電圧 \dot{V} を印加したときに流れる交流電流 i の振幅 $|i|$ と、交流電圧 \dot{V} に対する交流電流 i の位相 θ を求めなさい。

2022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2月19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)

直交座標系 $O-xyz$ が張る三次元空間において、時刻 t に保存力 $\vec{F}(t)$ を受けて速度 $\vec{v}(t)$ で移動する質点 P に関する下記の問いに答えなさい。

- (1) 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。
- (2) 時刻 $t = t_1$ から $t = t_2 (t_2 > t_1)$ までの間に力 $\vec{F}(t)$ がする仕事を定積分を使って記述しなさい。
- (3) 質点 P が位置 (x, y, z) にあるときの質点 P のポテンシャル・エネルギーを $U(x, y, z)$ としたとき、 U を使って力 $\vec{F}(t)$ を記述しなさい。
- (4) ポテンシャル・エネルギー U を使って、(2) の定積分を計算しなさい。

2022 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 2 月 19 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅱ(電磁気学)

以下の文章中の(1)~(14)の空欄を、適切な文字、数式のいずれかで埋めなさい。なお、空欄の中に"/"を挟む形で2つの選択肢が書かれている場合は、そのどちらかを選びなさい。以降では、電気素量を q [C] とおき、イオンビームの広がりは無視することにする。

様々な物理現象や法則は、発見者の人名にちなんで呼ばれることが多い。例えば、荷電粒子が電場によって受ける“力”のことを(1)力と呼び、同様に磁場によって受ける“力”のことを(2)力と呼ぶ。以降、荷電粒子として、イオンの場合を考える。イオンとは、原子(あるいは分子)から(3)を1個以上、引き剥がした状態、および付加した状態のことを言い、それぞれ陽イオン、および陰イオンと呼ぶ。真空中において、多数のイオンを連続的に束ねて飛ばしたものはイオンビームと呼ばれ、様々な分野で利用されている。一般にイオンビームの形成には、イオン源からイオンを(1)力によって引き出すことが最初に必要なである。ここで、図1に示す通り対向する電極Aと電極B間に V_0 [V] ($V_0 \gg 1$) の電圧を印加した場合を考える。このとき、電場によりイオン源から(4)陽/陰イオンが引き出される。 n 個のイオンが引き出されたとすると、電極間の電圧により運動エネルギーが(5) [J] 増加し、イオンが加速される。イオン1つの質量を m [kg]、初速は無視し、イオンが電極間の通過後に到達する速さを v [m/sec] とすると、エネルギー保存則より、(5) = (6) [J] という関係式 (I) が求まる。この(I)式より $v =$ (7) という式 (II) が求まる。

次に、イオンビームを一様磁場 (磁束密度: B_0 [T]) をもつ磁石間に通過させると、(2)力により、その軌跡が円弧状に曲げられる。上記のイオンビームにおいて、図2のようにビームの軌跡が曲げられた場合、磁場の向きは図2の(8) A/B の向きである。このとき、ビーム軌跡の半径を R [m]、イオンが円弧状に曲がるときの角速度を ω [rad/sec] とする。 xy 平面上で磁石間を運動するイオン1つに注目し、イオンの軌跡が描く円弧の中心を原点として、時刻 t [sec] におけるイオンの位置座標 r を $r = (R \cos \omega t, R \sin \omega t)$ で表す。イオンは、その円弧の接線方向に速さ v で運動するので、 ω 等を用いて $v = |dr/dt| =$ (9) という式を得る。この式を「 $\omega =$ 」という形に変形して代入することで、イオンの加速度の大きさ $a = |d^2r/dt^2| =$ (10) [m/sec²] という式 (III) が得られる。また、原点に向かう向心力 F は、 a によりニュートンの運動方程式 $F =$ (11) [N] で与えられ、(III)式を代入することで $F =$ (12) [N] を得る。一方、イオンに働く向心力 F の起源は(2)力で、その大きさは、 v 、 B_0 等を用いて(13) [N] で与えられる。つまり、(12) = (13) という力の釣り合いの関係式がなりたつ。この関係式を解き、(II)式を代入して v を消去すると、 $R =$ (14) [m] と求まる。従って、特定の質量と価数の比を持つイオンだけが、同じ軌跡を描く。これを利用し、イオンビームから特定のイオンだけを選別することができる。

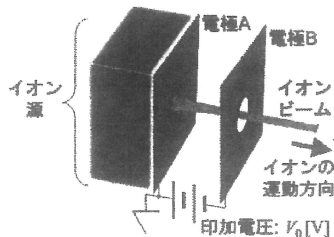


図1 イオン源から射出されるイオンビームの様子(電圧源の記号の向きに注意)。

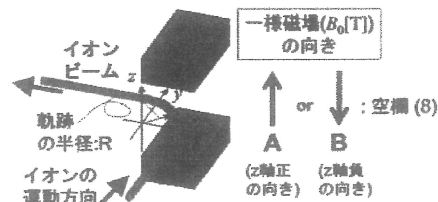


図2 一様磁場によりイオンビームの軌跡が曲げられる様子(ビームの向きに注意)。

2022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2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅲ(電子工学)

問 物質が光を吸収すると、物質の外部に電子が飛び出す。この効果は1887年にヘルツが発見した現象である。以下、仕事関数 1.9eV の金属表面に波長 $4.8 \times 10^{-7}\text{ m}$ の光を照射したときの問いに答えなさい。

ただし、電子の質量: $9.1 \times 10^{-31}\text{ kg}$ 、プランク定数: $6.6 \times 10^{-34}\text{ Js}$ 、光速度: $3.0 \times 10^8\text{ m/s}$ 、電気素量: $1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$ とし、数値を計算する問題には有効数字2桁で答えなさい。

- (1) 金属の表面に波長の短い光を当てると、電子が飛び出すことがある。この現象を(①)効果といい、飛び出した電子を(②)という。①、②に適切な言葉を入れなさい。
- (2) 照射した光の光子1個のエネルギー[J]を求めなさい。
- (3) 放出される電子1個の運動エネルギーの最大値[J]を求めなさい。
- (4) 限界波長[m]を求めなさい。
- (5) 波長 $6.0 \times 10^{-7}\text{ m}$ の光に変えて実験すると、光電感度が 95 mA/W であった。量子効率[%]を求めなさい。

2022 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 2 月 19 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

IV(コンピュータサイエンス)

20 個の要素からなる配列 a に下図の通り整数データが昇順で格納されている。この配列から目的の数字を二分探索で発見したい。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

- (1) 目的の数字が 15 の場合に、二分探索で発見する手順を説明しなさい。
- (2) 配列 a から目的の数字 n (1 から 20 の整数) を二分探索するプログラムを C 言語、または Python で書きなさい。ただし、 n を引数として、配列の何番目の要素に目的の数字が発見されたかを戻り値として戻すような関数の形で書きなさい。

2022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2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

V(コンピュータ工学)

ブール代数で表現された論理関数について、以下の問いに答えなさい。ただし、 A, B, C, X は論理変数とする。

(1) 次の4つの基本的な論理関数について、それらの真理値表を求めなさい。

(1-1) 論理積 $X = A \cdot B$

(1-2) 論理和 $X = A + B$

(1-3) 論理否定 $X = \bar{A}$

(1-4) 排他的論理和 $X = A \oplus B$

(2) 論理関数

$$X = A \oplus B \oplus C$$

について、その真理値表を求めなさい。

(3) 論理関数

$$X = A \cdot B \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot B \cdot \bar{C}$$

について、その真理値表を求めなさい。

(4) (3)の論理関数について、それが表す3入力1出力のデジタル回路を描きなさい。

ただし、ANDゲート、ORゲート、NOTゲートのみで構成しなさい。

2022 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 2 月 19 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

VI(高周波回路と伝送路)

図 1 に示すように、特性インピーダンス $Z_0[\Omega]$ で無損失かつ無歪み伝送が可能な伝送線路の先端に抵抗値 $R_L[\Omega]$ の負荷抵抗 R_L が接続された回路がある。線路上における波の伝搬時間を考慮する場合、以下の問いに答えなさい。

- (1) A 点から電圧振幅 $V_1[V]$ のパルス状の波が入射した瞬間に、A 点から伝送線路に流れ込む電流 $I_1[A]$ はいくらになるか、答えなさい。
- (2) 負荷抵抗 R_L の値 R_L が特性インピーダンスの値 Z_0 に等しい場合、上記入射波が B 点に到着した時に、負荷抵抗 R_L の両端に発生する電圧を求めなさい。
- (3) 負荷抵抗 R_L の値 R_L が特性インピーダンスの値 Z_0 と異なる場合、上記入射波が B 点に到着した時に、B 点で反射波が発生する。その反射波の電圧振幅を $V_R[V]$ とすると、反射波により B 点から伝送線路に流れ込む電流 $I_R[A]$ はいくらになるか、答えなさい。
- (4) 上記入射波が B 点に到着した時に、B 点における入射波と反射波による合成電流 $I_L[A]$ は、電流の向きを B 点から負荷抵抗 R_L に流れ込む向きを正にとると、 $I_L = I_1 - I_R$ になる。その時、負荷抵抗 R_L の両端に発生する電圧 $V_L[V]$ を入射波と反射波の電圧振幅 V_1 と V_R を用いて表しなさい。
- (5) 上記入射波が B 点に到着した時に、B 点における入射波と反射波による合成電圧は $V_1 + V_R$ となり、この電圧は負荷抵抗 R_L の両端に発生する電圧 V_L と等しい。このことから、B 点における電圧反射係数 $\Gamma_L (= V_R/V_1)$ を導出しなさい。

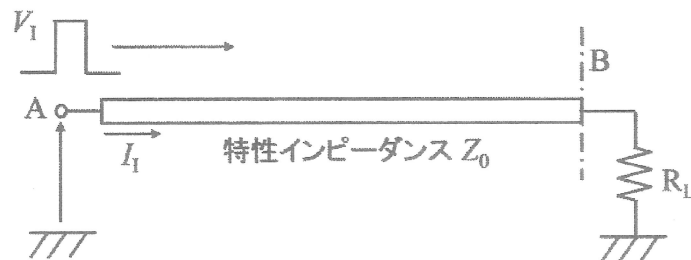


図 1

2022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2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

VII(信号処理技術)

拡散符号として $PN_1 = (1110100)$ 、 $PN_2 = (0111010)$ 、 $PN_3 = (0011101)$ を用いた符号分割多元接続 (Code Division Multiple Access : CDMA) を考える。データ信号を拡散変調する際に、0のデータを送るときは拡散符号をそのまま使い、1のデータを送るときは拡散符号を反転する。また、複数のチャンネルの信号を伝送路に同時に送出する際は、それぞれ拡散変調された信号を加算するものとする。このようなデータ伝送系において、以下の間に答えなさい。

- (1) 送信機のチャンネル1では PN_1 を用いて1のデータを、チャンネル2では PN_2 を用いて0のデータを、チャンネル3では PN_3 を用いて1のデータを同時に送るとき、伝送路にどのような拡散変調信号が送出されるか答えなさい。
- (2) 受信機にて(0123122)の信号を受信したとき、 PN_1 、 PN_2 、 PN_3 との相関値をそれぞれ計算しなさい。相関値を計算するときは、拡散符号の0/1を、-1/+1の数字に置き換えて内積を計算すること。
- (3) 受信信号と拡散符号の相関値は自分自身と一致するとき正の値となり、反転した符号との相関値は負の値となる。そして一致の度合いが高いほど相関値の絶対値は大きくなる。(2)の結果から、チャンネル1から3で送信したデータが何であったと推定できるか、それぞれ答えなさい。

2022 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 2 月 19 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

解答は、すべて解答用紙(別紙)に記入しなさい。

I. 以下の「Wooden Bicycle」に関するニュース記事を読んで、問1~6に答えなさい。

【引用部分は削除しています】

(<https://engoo.com> より抜粋)

問1 下線①に入る語句として最も適切なものを選び、記号で答えなさい。

(A) has charged (B) has abandoned (C) has released (D) has criticized

問2 下線②, ⑤, ⑨の用語の意味として最も適切なものを選び、それぞれ次の(A)~(C)の中から選び、記号で答えなさい。

(1) ② frame

- (A) a lever in a vehicle or machine operated by the foot
- (B) the supporting structure of a vehicle, bed, etc.
- (C) a type of board made by gluing layers of wood on top of one another

2022 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 2 月 19 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

(2) ⑤ instructions

- (A) a written agreement in which a company selling something promises to repair it if it breaks within a particular period of time
- (B) a written list showing how much you have to pay for services you have received
- (C) information that explains how to do or use something

(3) ⑨ amazing

- (A) having a wrong idea of what is likely to happen or of what you can really do
- (B) making someone feel extremely surprised
- (C) embarrassed about something you have done or about a quality in your character

問 3 下線③, ⑦の英語をそれぞれ日本語に訳しなさい。

問 4 下線④の日本語に合う英語になるように, [] 内の語句を並べかえなさい。
[rack / seat / a / carry / to / an / items / child / they / . / or / a / for / add / could / extra]

問 5 下線⑥, ⑧に入る語句の組み合わせとして, 次の(A)~(D)のうち, 最も適切なものを選び, 記号で答えなさい。

	(A)	(B)	(C)	(D)
⑥	worse	worse	better	better
⑧	expensive	cheap	expensive	cheap

問 6 上記の記事について, 次の(1)~(3)の問いに日本語で答えなさい。

- (1) What inspired Iñaki Albistur and Raquel Ares to create OpenBike ?
- (2) What does OpenBike produce by allowing people to download the designs and make it where they live ?
- (3) What was the aim for Iñaki Albistur to create the best bike out there ?

II. 以下の「Origami and Kirigami」に関する記事を読んで, 問 1~3 に答えなさい。

【引用部分は削除しています】

2022 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 2 月 19 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

【引用部分は削除しています】

(<https://scitechdaily.com> より抜粋)

問 1 下線①～③の英語をそれぞれ日本語に訳しなさい。

問 2 上記の記事の内容について述べた以下の(1)～(4)のうち、内容にあてはまるものには T、あてはまらないものには F、言及されていないものには NS を記入しなさい。

- (1) The origami and kirigami have been used for a long time from ancient times.
- (2) The researchers divided the mechanical metamaterials into origami-based metamaterials and kirigami-based metamaterials only.
- (3) If energy was stored in the creases or linkages only, metamaterials were classified as rigid.
- (4) The researchers want to use lightness and kinetic energy of origami and kirigami as powerful tools to analyze their mechanical performances.

問 3 次の問いに、記事の文中の単語を用いて英語で答えなさい。

What are the “mechanical metamaterials”?

2022 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 2 月 19 日 (土)

(科目名：専門 I)

数学

- I. 初期値が $y(0) = 1$, $y'(0) = 0$ の 2 階非同次微分方程式 $y'' + y = 1 - x$ について、以下の問いに答えなさい。
- (1) 2 階同次微分方程式 $y'' + y = 0$ の一般解 y_c を求めなさい。
 - (2) 2 階非同次微分方程式 $y'' + y = 1 - x$ の特殊解 $Y(x)$ を $Y(x) = Ax + B$ として、 $Y(x)$ を求めなさい。
 - (3) 2 階非同次微分方程式 $y'' + y = 1 - x$ の一般解を求めなさい。
 - (4) 2 階非同次微分方程式 $y'' + y = 1 - x$ において、初期値 $y(0) = 1$, $y'(0) = 0$ のときの解を求めなさい。
- II. 行列 $A = \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -1 & -2 \end{pmatrix}$ のとき、以下の問いに答えなさい。
- (1) 行列 A に対する固有値 λ とそれぞれの固有値に対応する固有ベクトルを求めなさい。
 - (2) 行列 A を対角化するための変換行列 $P = \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ -1 & -1 \end{pmatrix}$ について、その逆行列 P^{-1} を求めなさい。
 - (3) 行列 A を対角化しなさい。
- III. 関数 $f(x) = e^x$ について、以下の問いに答えなさい。
- (1) $f(x) = e^x$ を定数項から x^2 の項までのマクローリン展開 (0 近傍におけるテイラー展開) を求めなさい。
 - (2) (1)の結果を利用して、極限值 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x - 1 - x}{x^2}$ を求めなさい。

2022 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 2 月 19 日 (土)

(科目名：専門 I)

- 物理 I. 図 1 のような質量 M , 長さ $5L$ 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。

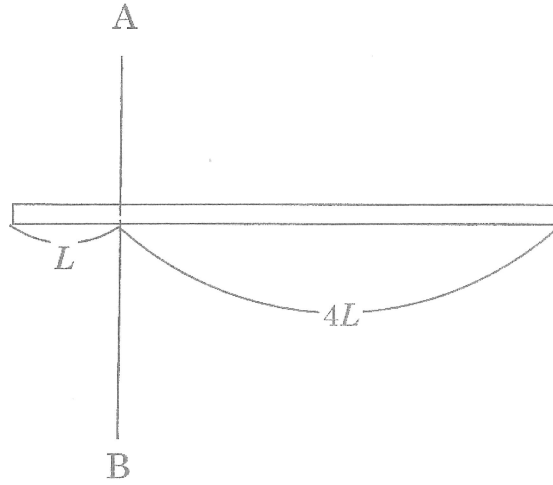


図 1

- 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 $a = 1 + 2t$ 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 $F_x = y^2, F_y = xy$ 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。

2022 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 2 月 19 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）

2022 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 2 月 19 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) 図1に金属の結晶モデルを示す。(a), (b), (c)は体心立方格子, 稠密六方格子, 面心立方格子のいずれかを答えなさい。

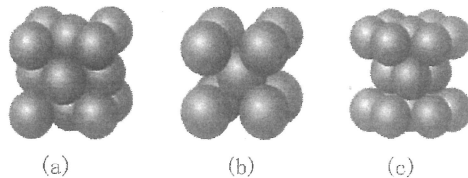


図1 金属結晶モデル

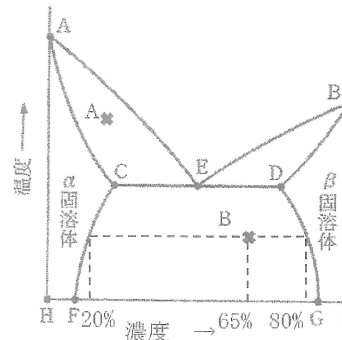


図2 状態図

- (2) 図1の(a)および(b)の単位包の一边の長さを a とおく。単位包の体積を原子半径 R で記述しなさい。
- (3) 原子量 30g/mol の物質Aが原子パーセントで90%, 原子量 90g/mol の物質Bが原子パーセントで10%含有する合金があった場合、物質Aの重量パーセントはいくらになるか。途中の計算過程も記載すること。
- (4) 図2に共晶型合金の状態図を示す。液相線および固相線を、例えば「A-C-F」のように、アルファベットで表示しなさい。
- (5) 図2の点Aの濃度・温度では、どのような状態にあるか、下記より選択しなさい。
 (あ) α 固溶体 (い) 液相 (う) β 固溶体と液相 (え) α 固溶体と液相 (お) β 固溶体と α 固溶体
- (6) 図2の点Bの濃度・温度において、金属組織は α 固溶体と β 固溶体から構成されている。組織内に占める α 固溶体の体積比率を計算しなさい。

II. 材料強度学に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 引張試験において、ゲージ長さ 25mm の試験片を用意した。破断後のゲージ長さが 30mm であった場合、破断ひずみを計算しなさい。
- (2) 引張試験において、平行部の初期断面積が 75mm^2 、破断部の最小断面積が 50mm^2 で、下降伏荷重が 6000N 、破断荷重が 7500N であった場合、公称応力で引張強度を表示しなさい。また、真応力で引張強度を表示しなさい。
- (3) シャルピー衝撃試験では、振り子型のハンマーで試験片を破壊させることによって、試験片の破壊に要したエネルギーを評価することができる。どのような原理に基づいて破壊エネルギーが算出できるのか、70文字程度で説明しなさい。
- (4) シャルピー衝撃試験では、延性破壊から脆性破壊に移る温度で、材料のじん性を評価している。試験片形状の工夫点とその目的について60文字程度で説明しなさい。

2022 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 2 月 19 日 (土)

(科目名：専門 II)

材料力学

I. 図 1 のように、長さ $2l$ [m] の棒の一端 (点 A) を壁に固定し、棒の中央部 (点 C) を支持、棒の片端 (点 B) に集中荷重 P [N] を作用させた不静定はりを考える。棒材のヤング率を E [Pa]、断面二次モーメントを I [m⁴]、棒の自重は考慮しないものとして、以下の問いに答えなさい。

- (1) 図 1 の不静定はりにおいて、点 C に発生する支点反力 R_C [N] を求めるに当たり、まず、図 2 のように、点 C に上向きの集中荷重 R_C のみが作用している場合の点 C のたわみの式と、図 3 のように、点 B に下向きの集中荷重 P [N] のみが作用している場合の点 C のたわみの式を求めなさい。ただし、点 A を原点として、棒の長手方向に x 軸、その直角方向に y 軸をとるものとする。
- (2) 図 1 の点 C の境界条件を考慮して、(1) の結果から重ね合わせの原理により、点 C に発生する支点反力 R_C を求めなさい。
- (3) 図 1 の不静定はりの点 A, B, C における曲げモーメントを求め、このはりの曲げモーメント図 (BMD) を描きなさい。

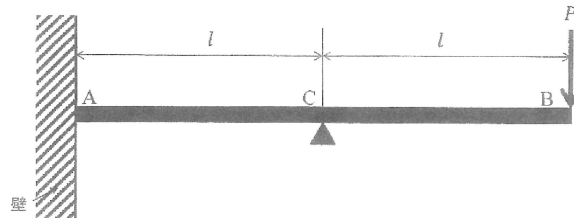


図 1

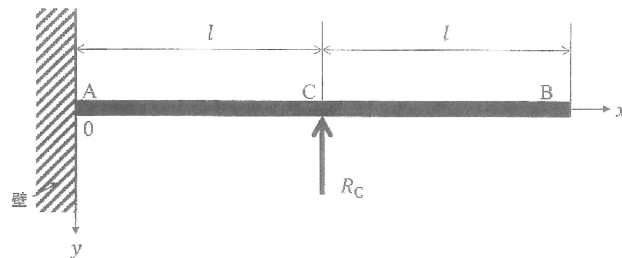


図 2

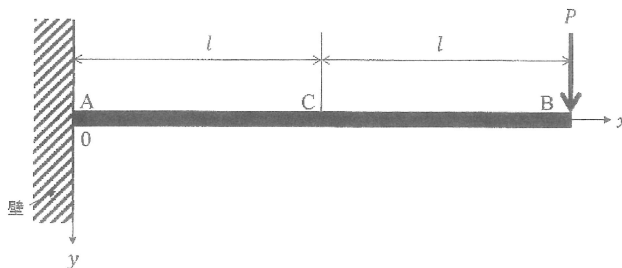


図 3

2022 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 2 月 19 日（土）

（科目名：専門Ⅱ）

熱力学

- I. 温度が 300 K である低温熱源と温度が T_H [K] である高温熱源の間でカルノーサイクルを行う理想気体による熱機関について考える。この熱機関は、1 サイクルで仕事 W を 100 kJ 取り出している。また、高温熱源から熱が熱機関に流入するときエントロピー S が 0.5 kJ/K 増加した。このとき、以下の問いに答えなさい。
- (1) 等温過程における温度 T 、移動する熱量 dQ 、エントロピー変化量 dS の間に成り立つ関係式を示しなさい。
 - (2) 低温熱源に放出する熱量 Q_L を求めなさい。
 - (3) 高温熱源から流入する熱量 Q_H を求めなさい。
 - (4) このガスサイクルの熱効率を求めなさい。
 - (5) 高温熱源の温度 T_H を求めなさい。
 - (6) このサイクルの T - S 線図を示しなさい。縦軸・横軸の数値と線図の形状の概略がわかるように示すこと。

2022 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 2 月 19 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

流体工学

- I. 図 1 のような大きなタンクの底から水が流出している場合について、管径が d [cm] の穴を通して曲がり角を有する全長 L [m] の管から水が流出するときの出口速度 v_{out} [m/s] を求めなさい。ただし、管の入口損失係数を ζ_1 、曲がり損失係数を ζ_2 、管摩擦係数を λ 、重力加速度を g [m/s²] とする。なお、タンクの底面積は管の断面積より十分大きく、タンクの液面が上下する速度は無視できるものとする。

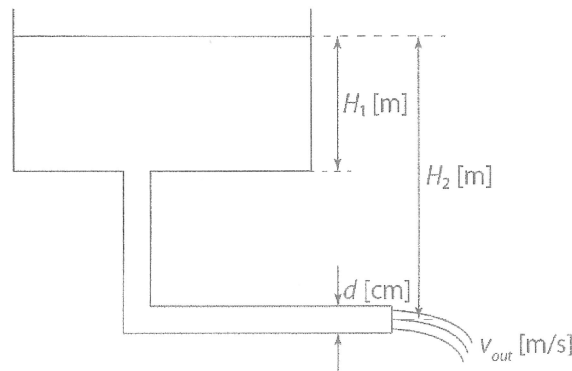


図 1

- II. 図 2 のような状態における圧力差 $p_A - p_B$ [Pa] を求めなさい。ただし、水、塩水、油の密度は、それぞれ ρ_A 、 ρ_B 、 ρ_0 [kg/m³] とする。

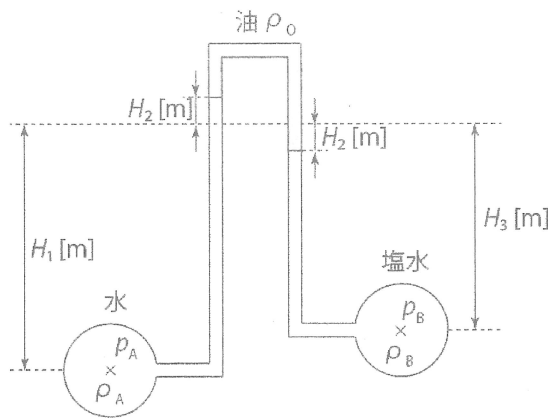


図 2

- III. 直径 1 cm の水平円管を水が平均速度 1 m/s で流れているとき、その流れは層流であるか、乱流であるかを理由とともに答えなさい。また、その水が円管内を 98 m 流れたときの損失ヘッドを求めなさい。ただし、水の粘度は 1.0×10^{-3} Pa·s、水の密度は 1000 kg/m³、重力加速度は 9.8 m/s² とする。

2022 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 2 月 19 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

機械力学

- I. 図 1 に示すように質量を無視できる長さ l の剛体棒の先端に質量 m とばね定数 k のばねが取り付けられている。棒の左端は自由に回転できるように支持されている。質量 m に鉛直方向に外力 $F \cos \omega t$ が作用するとき、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角変位であり、 $\theta(t)$ は微小であると仮定する。
- (1) 角変位 $\theta(t)$ に関するこの系の強制振動の運動方程式を記述しなさい。
 - (2) 質量 m の鉛直方向変位を $x(t)$ とするとき、変位 $x(t)$ に関する強制振動の運動方程式を記述しなさい。
 - (3) 質量 m の変位 $x(t)$ の定常振動解を $x(t) = X \cos \omega t$ とするとき、 X を F, k, m, ω を使用して表示しなさい。

- II. 図 2 に、質量 m と $2m$ 、ばね定数 k からなる二自由度系を示す。この二自由度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変位を示す。
- (1) この二自由度系の自由振動の運動方程式を求めなさい。
 - (2) この二自由度系の二個の固有角振動数 ω_1, ω_2 ($\omega_1 < \omega_2$) を求めなさい。

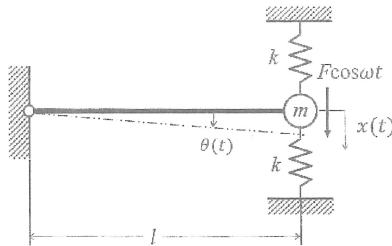


図 1

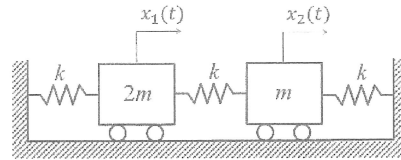


図 2

2022 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 2 月 19 日（土）

（科目名：専門Ⅱ）

制御工学

I. 図 1 に示すフィードバック制御系について、以下の問いに答えなさい。

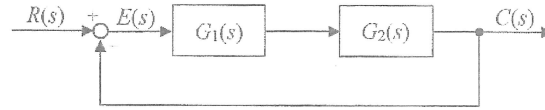


図 1

- (1) 制御量 $C(s)$ を、伝達関数 $G_1(s)$, $G_2(s)$ および偏差 $E(s)$ を全て用いて式で表しなさい。
- (2) 偏差 $E(s)$ を、伝達関数 $G_1(s)$, $G_2(s)$ および目標値 $R(s)$ を全て用いて式で表しなさい。
- (3) 閉ループ伝達関数 $W(s) = C(s) / R(s)$ を求めなさい。
- (4) この系において、 $G_1(s) = 5$, $G_2(s) = \frac{1}{s}$ としたときのステップ応答 $c(t)$ を求めなさい。なお、 $f(t)$ のラプラス変換を $\mathcal{L}[f(t)] = F(s)$ と表すと、 $\mathcal{L}[e^{-at}] = \frac{1}{s+a}$ が成立する。
- (5) この系において、 $G_1(s) = \frac{3}{s}$, $G_2(s) = \frac{1}{s+4}$ とする。
 - (a) 特性方程式を求めなさい。
 - (b) 安定判別を行いなさい。
- (6) この系において、 $G_1(s) = \frac{K}{s+1}$, $G_2(s) = \frac{1}{(s+2)(s+3)}$ とする。ただし、ゲイン K は定数とする。 $R(s) = 1/s$ のとき、定常偏差が 0.2 となるための K の値を求めなさい。なお定常偏差 ε は、 $\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} sE(s)$ で求められる。

2022 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 2 月 19 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 次の英文は、*Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **66**, 2889-2899(1993)に掲載された Kazumasa HARADA によるロジウム(III)錯体に関する論文から、Experimental の一部を抜粋・改変したものである。この英文を読んで次の問題に答えなさい。

【引用部分は削除しています】

問題 1 下線部①～③について、それぞれの日本語訳を書きなさい。

問題 2 次の単語は、ロジウム(III)錯体に関する論文中でそれぞれ使用されている。それらの最も適当な化学用語としての日本語訳をそれぞれ書きなさい。

(1) precipitate (2) yield (3) purification

II Cambridge英英辞典に記載されている科学に関連するいろいろな文章または単語について、次の問題に答えなさい。

問題1 次の英文は、いろいろな典型元素またはその単体について説明した文章である。最も適当な元素を選択肢の中から一つ選び、その記号とともに元素名を日本語で書きなさい。

- (1) A chemical element that exists in its pure form as diamond or graphite, and is an important part of other substances such as coal and oil, as well as being contained in all plants and animals.
- (2) A chemical element that is a gas with no smell or color. It forms a large part of the air on earth, and is needed by animals and plants to live.
- (3) The lightest gas, one of the chemical elements, and having no color, taste, or smell.
- (4) A chemical element that is a gas with no color or taste, forms most of the earth's atmosphere, and is a part of all living things (protein and so on).

選択肢 : (A) Hydrogen (B) Carbon (C) Nitrogen (D) Oxygen

問題2 次の英文は、いろいろな遷移元素またはその単体について説明した文章である。最も適当な元素を選択肢の中から一つ選び、その記号とともに元素名を日本語で書きなさい。

- (1) A chemical element that is a reddish-brown metal, used especially for making wire and coins.
- (2) A chemical element that is a valuable shiny, white metal, used for making cutlery (= knives, spoons, etc.), jewellery, coins, and decorative objects.
- (3) A chemical element that is a valuable, shiny, yellow metal used to make coins and jewellery.
- (4) A chemical element that is a common greyish-colored metal. It is strong, used in making steel, and exists in very small amounts in blood.

選択肢 : (A) Copper (B) Gold (C) Iron (D) Silver

2022 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 2 月 19 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

III. 次の英文 (“General Chemistry, Principles and Structure”, James E. Brady, Fifth Edition, John Wiley & Sons, pp 471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】

IV. 次の英文 (1) および (2) (「化学英語の活用辞典」(化学同人) から抜粋し、一部改変) 中の括弧内の語句を並べ替え、全ての単語を用いて、それぞれ英文を完成させなさい。また、完成した英文をそれぞれ和訳しなさい。

(1) Water (polar molecules • hydrogen bonds • with • consists of • to • a strong tendency • form) .

(2) The color (of • the lattice • many crystals • or • defects • arises • from • imperfections • in) .

得点

2022 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 2 月 19 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 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。

(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 次の行列について、固有値 λ と固有ベクトルを求めなさい。

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

なお、固有方程式は $|A - \lambda E| = 0$ である。ただし、 E は単位行列を表す。

得点

2022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2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

物 理

次の I と II の問題に答えなさい。

I 質量 $m=10$ kg のおもりが、振動数 $f = 5$ Hz、振幅 $A=20$ cm の単振動している。次の問に答えなさい。

問1 角振動数 ω を求めなさい。ただし、 $\pi=3$ としなさい。

問2 力の定数 k を求めなさい。

問3 バネに蓄えられるポテンシャルエネルギー $U(x)$ を求めなさい。

問4 ポテンシャルエネルギー U とおもりの変位 x の関係を図に描きなさい。

問5 振動の全エネルギー E (バネに蓄えられるポテンシャルエネルギー U とおもりの運動エネルギー K の合計) とおもりの変位 x の関係を図に描きなさい。

問6 おもりの運動エネルギー K とおもりの変位 x の関係を図に描きなさい。

II ボーアの原子模型に基づいて、次の問に応えなさい。

問1 ボーア半径 $r_B=0.053$ nm である。水素原子の 1s 軌道と 2s 軌道の軌道半径を求めなさい。

問2 水素原子のイオン化エネルギー I は 13.6 eV である。水素原子の 1s 軌道と 2s 軌道のエネルギー準位を求めなさい。

得点

2022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2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

化学基礎・グリーンケミストリー

- I 酢酸エチル (Ethyl acetate) と酪酸 (Butanoic acid) の組成式はともに $C_4H_8O_2$ と同じだが、それぞれの沸点は酢酸エチルが約 $77\text{ }^\circ\text{C}$ 、酪酸が約 $164\text{ }^\circ\text{C}$ であり、沸点が大きく異なる。この理由をわかりやすく説明せよ。図を書いて説明してもよい。
- II 次の語句について 50 字～100 字程度で簡潔に説明しなさい。図を書いて説明してもよい。
- (1) Lewis 酸と Lewis 塩基
 - (2) 遺伝暗号
- III 実在気体について、「理想気体」および「van der Waals 力」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。

得点

2022 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 2 月 19 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(1)および(2)を測定する定量分析の方法について、それぞれ200~300字程度で説明しなさい。

(1) 環境水中の有機物の量

(2) 水に含まれる有効塩素の量

V 実験室で生じる廃棄物の例を一つあげ、その処理について留意すべきことを150~200字程度で述べなさい。

得点

2022 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 2 月 19 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 以下のデータから、塩化ナトリウム (NaCl) 結晶の格子エネルギー U を求めたい。

固体 Na の昇華	$\text{Na (s)} \rightarrow \text{Na (g)}$	$S = 109 \text{ kJ mol}^{-1}$
気体の Na 原子のイオン化	$\text{Na (g)} \rightarrow \text{Na}^+ \text{(g)} + e^-$	$I = 494 \text{ kJ mol}^{-1}$
Cl_2 分子の解離	$1/2\text{Cl}_2 \text{(g)} \rightarrow \text{Cl (g)}$	$1/2D = 121 \text{ kJ mol}^{-1}$
原子状の Cl への電子の付加	$\text{Cl (g)} + e^- \rightarrow \text{Cl}^- \text{(g)}$	$E = -356 \text{ kJ mol}^{-1}$
Na (s) と $1/2\text{Cl}_2$ (g) からの NaCl (s) の生成	$\text{Na} + 1/2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl (s)}$	$\Delta H_f = -411 \text{ kJ mol}^{-1}$

- (a) NaCl のボルン-ハーバーサイクルを書きなさい。
 (b) 塩化ナトリウム (NaCl) 結晶の格子エネルギー U を求めなさい。

II 原子番号 1~20 の典型元素が、一般に下の(a)および(b)の性質を示す理由について、50 字程度で説明しなさい。

- (a) 周期表の同じ族では周期が下がるほど第一イオン化エネルギーは小さくなる傾向がある。
 (b) 同一周期では原子番号が大きいほど第一イオン化エネルギーは大きくなる傾向がある。

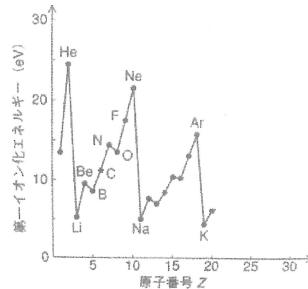
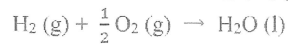


図 1 典型元素の第一イオン化エネルギーと原子番号の関係

III 1 気圧の H_2 と O_2 を用いて 25°C で次のような反応が進行する電池について、この電池の 25°C における標準起電力を求めなさい。ただし、 $\text{H}_2\text{O (l)}$ の 25°C における標準生成ギブズエネルギー $\Delta_f G^\ominus(\text{H}_2\text{O (l)}) = -237 \text{ kJ mol}^{-1}$ 、ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ とする。



得点

2022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2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題2 [無機・無機材料系2]

I 単斜晶のジルコニアにイットリアを3mol%程度固溶した粉末を焼結すると正方晶からなる焼結体を得ることができる。また、8mol%程度固溶した粉末を焼結すると立方晶の焼結体が得られる。これら正方晶ジルコニアと立方晶ジルコニアの特徴を活用して、前者は構造材料、後者は機能材料として利用されている。それぞれの物性面での特徴と応用例を答えなさい(200字程度)。

II 日本における鉄製品の歴史を振り返ったとき、その一つに武士が所有していた刀が挙げられる。刀の製造過程で行われる焼き入れは、高温で鉄に炭素が固溶したオーステナイトを急冷する操作であり、このとき平衡状態図では現れない相が刀の表面に生成して硬化する。一方、急冷しないで徐冷するとパーライトが生成する。パーライトは、フェライトとセメンタイトとの共析組織である。さて、オーステナイトを急冷すると結晶構造にどのような変化が起こるのかを説明し、最終的に形成される結晶構造を答えなさい(200字程度)。

得点

得点

2022 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)

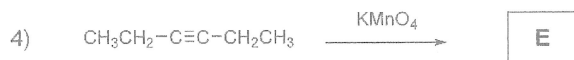
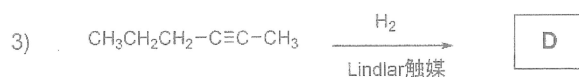
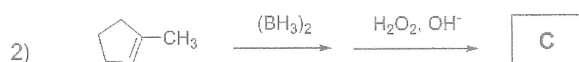
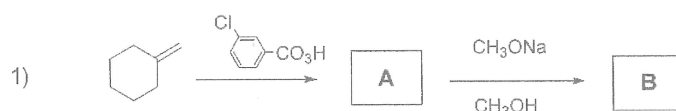
(科目名: 専門 II)

2022 年 2 月 19 日 (土)

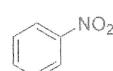
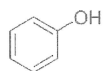
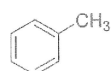
受験番号		氏名	
------	--	----	--

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 次の化合物を、 Br_2 , FeBr_3 を用いた臭素置換反応の反応性の高い順に左から右に並び直して解答欄に書きなさい。また、各々の化合物に臭素が 1 分子反応した生成物の構造を、その下に書きなさい。なお、生成物が二種類できる場合もある。



得点

--

2022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)

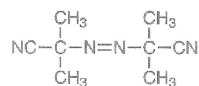
2022年2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

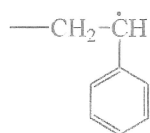
問題4 [有機・高分子系 2]

I. ラジカル重合の重合のしやすさは、共鳴安定化と関係がある。以下の間に答えなさい。

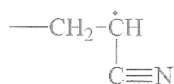
- (1) 開始剤であるアゾビスイソブチロニトリルは下記で示すとおりである。ラジカルの生成反応と共鳴寄与構造を示しなさい。



- (2) 次に示すポリスチレンのラジカル重合で、末端にできたラジカルの共鳴寄与構造を答えなさい。



- (3) 次に示すアクリロニトリルのラジカル重合で、末端にできたラジカルの共鳴寄与構造を答えなさい。



- (4) $\text{CH}_2=\text{CHR}$ (R はアルキル鎖)をラジカル重合するとき CH_2 の炭素上にはラジカルが生じにくい。この理由を答えなさい。

得点

2022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)

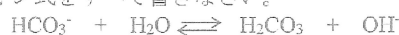
(科目名: 専門Ⅱ)

2022年2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題5 [分析・物理化学系1]

- I プレンステッド-ローリーの定義によると、酸は [A] 物質であり、塩基は [B] 物質である。[A] および [B] に当てはまる適当な文を書きなさい。また、以下の平衡反応式において、酸である物質および塩基である物質の化学式あるいはイオン式をすべて書きなさい。



- II クロム酸銀 (Ag_2CrO_4) の溶解度積 K_{sp} は $4.0 \times 10^{-12} (\text{mol/dm}^3)^3$ (25°C) である。 Ag_2CrO_4 の飽和水溶液 (25°C) における銀イオンおよびクロム酸イオンのモル濃度をそれぞれ求めなさい。また、この飽和水溶液にクロム酸カリウム (K_2CrO_4) の粉末を 0.010 mol/dm^3 になるように加えて溶かした。このとき溶存している銀イオンのモル濃度を求めなさい。なお、 K_2CrO_4 粉末の添加による体積変化はないものとする。

- III ランベルト-ベールの式に従って、吸光度 A を、物質のモル濃度 c [mol/dm^3]、物質層(吸光度セル)の厚さ l [cm]、モル吸光係数 ϵ [$\text{dm}^2/(\text{mol} \cdot \text{cm})$] を用いて表しなさい。また、吸光度 A は、入射光の強さ I_0 と透過光の強さ I を用いて定義される。この定義式を書き表し、吸光度 A と透過率 [$T(\%)$] の関係が以下の式で表せることを示しなさい。

$$A = 2 - \log_{10} T(\%)$$

得点

2022 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 2 月 19 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 6 [分析・物理化学系 2]

I 大気圧下 ($1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) における液体のトルエンのモル体積は $106 \text{ cm}^3/\text{mol}$ で沸点は $110 \text{ }^\circ\text{C}$ 、その蒸発熱は 33 kJ/mol である。沸点でトルエン 1 mol が蒸発するときの ①エンタルピー変化 ΔH 、②エントロピー変化 ΔS 、および ③内部エネルギー変化 ΔU をそれぞれ有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、トルエン蒸気は理想気体として振る舞うものとし、圧力は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で一定とする。必要ならば、気体定数 R は $8.3 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ を用いなさい。

II 二酸化炭素ガスと水素ガスから、メタンガスと液体の水を生成する反応【1】を考案した。

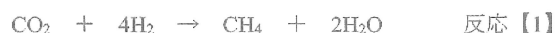


表 1 に示す各物質の標準生成エンタルピー $\Delta_f H^\ominus$ および標準モルエントロピー S^\ominus の値を用いて、反応【1】の ①標準反応エンタルピー $\Delta_r H^\ominus$ 、②標準反応エントロピー $\Delta_r S^\ominus$ 、および ③標準反応ギブズエネルギー $\Delta_r G^\ominus$ を求めなさい。また、この反応が大気圧 ($1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$)、 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ において自発的に進行するか否かをその根拠とともに論じなさい。

表 1. 熱力学データ ($1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, $25 \text{ }^\circ\text{C}$)

	$\Delta_f H^\ominus$ [kJ/mol]	S^\ominus [J/(K·mol)]
「水素」		
$\text{H}_2(\text{g})$	0	130
$\text{H}(\text{g})$	+220	110
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-290	70
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-240	190
「炭素」		
$\text{C}(\text{s, グラファイト})$	0	5.7
$\text{CH}_4(\text{g})$	-75	186
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393	213
「酸素」		
$\text{O}_2(\text{g})$	0	210
$\text{O}(\text{g})$	+250	160

得点

--

2022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2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

大問 I と I I を解答しなさい。なお、それぞれの大問は別々の解答用紙を使用し、その用紙には解答した大問番号を明記すること。

大問 I

「新世代ロボット」(Asahi Shinbun 掲載, Feb. 21, 2010) に関する下記のエッセイを読み、設問に答えなさい。

【引用部分は削除しています】

設問 1: 上記の英文エッセイ内容に基づき、次の質問に対して英文で答えなさい(単に英単語で答えるのではなく、短い英作文で答えること)。

- ① What is CB2's skin made of?
- ② What can CB2 do when it not moving?
- ③ What will CB2 do when you call out to it?
- ④ What will CB2 do when you stroke its head?

設問 2: 上記エッセイで紹介されているロボットCB2で採用されている省エネルギーの仕組み(機能)を邦文で簡潔に説明しなさい(50語程度)。

大問 II

次の英文を和訳しなさい。

【引用部分は削除しています】

出典: Edited by Karin M.Ekstrom 「Waste Management and Sustainable Consumption」(2014, Routledge) p72
より一部省略して引用

得点

2022 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 2 月 19 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

[環境科学]

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题紙に解答し、解答题紙には解答した大問番号を明記すること。

I. 環境科学(数学分野)

下記の問題(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) $\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 1 \end{pmatrix}$ (2) $\begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}$

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

(1) $y = 6^{-x}$
(2) $y = x^3(x^2 + 1)^{\frac{3}{2}}$

問3 次のデータは、ある地域である淡水魚 100 個体の乾燥重量(g)を 0.01g まで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	4.21	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	14.04	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) この体重データの四分位数(3つ)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]

II. 環境科学(物理分野)

仕事と力学的エネルギーに関する次の文を読み、下記の問題(問1～問3)に答えなさい。

水平な床上に質量 30kg の物体を置き、水平方向と 30°の角をなす上方へ力を加えて、ある地点から等速度で 3.0m 移動させた。このときの物体と床面との運動摩擦係数を 0.40、 $\sin 30^\circ = 0.5$ と $\cos 30^\circ \approx 0.8$ とし、重力加速度を 9.8N として、次の値をもとめなさい。

問1 加えた力の大きさは何 N か?

問2 加えた力が行った仕事は何 J か?

問3 摩擦力が行った仕事は何 J か?

2022 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 2 月 19 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

III. 環境科学(化学分野)

硫酸銅(II)水溶液の電気分解に関する次の文を読み、下記の問題(問 1, 問 2)に答えなさい。なお、解答に際して必要であれば、次の値を用いても良い。

標準状態(0°C, 1.0×10^5 Pa)下での気体の体積 : 22.4 L, ファラデー定数 $F : 9.65 \times 10^4$ C/mol, 銅(Cu)の原子量 : 64

0.050 mol/L の硫酸銅(II)水溶液 500 mL を、陽極と陰極において白金電極を利用の下、1.2A の電流で 64 分 20 秒間、電気分解を行った。この電気分解に使われたエネルギーの割合(電流効率)は 100 %であったと共に、電気分解前後での溶液の体積変化は殆ど認められなかった。

問 1 陽極($2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$)で発生した酸素(O_2)の体積は標準状態の下で何 L となるか、(O_2 の体積の値を) 有効数字 3 桁で表しなさい。

問 2 陰極 ($\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$)で析出する銅(Cu)の重量は何 g となるか、(析出する Cu の重量の値を) 有効数字 2 桁で表しなさい。

IV. 環境科学(生物分野)

植物の代謝に関する下記の問題(問 1~問 4)に答えなさい。

問 1 生物の呼吸の化学反応経路は、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系の3つに分けられるが、1 分子のグルコースが呼吸基質として用いられるとき、それぞれの経路で得られる ATP はそれぞれ最大何分子になるか、答えなさい。

問 2 C_3 植物の光合成では、葉緑体の異なる場所で、カルビン・ベンソン回路と光化学系の2種類の反応が行われることで、有機物が合成される。カルビン・ベンソン回路と光化学系について、葉緑体のどのような場所で行われ、何を原料にし、何をエネルギー源として、何を生成するのか、それぞれ説明しなさい。

問 3 光呼吸についてそのメカニズムを説明し、植物が光呼吸を行わなければならない理由を述べなさい。

問 4 C_3 植物、 C_4 植物、CAM 植物の3者について、主な CO_2 受容体、 CO_2 固定酵素、 CO_2 固定の最初の産物、光合成が行われる場の違いを示しながら、3者の光合成の特徴をまとめなさい。

得点

2022 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 2 月 19 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

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

I 物質循環に関する定量的手法として、次の2つ(①~②)が知られている。これら2つの手法について、目的、手順、応用例などを示して、それぞれ250~300字程度で簡潔に説明しなさい。

- ① マテリアルフロー分析 (MFA)
- ② サブスタスフロー分析 (SFA)

II 大気安定度に関する次の文章を読み、下の問い(問1~2)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) 空欄(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。

III ダイオキシン類の発生源の1つに、廃棄物焼却施設からの排出が挙げられる。廃棄物焼却施設におけるダイオキシン類の発生について、次の問い(問1~2)に答えなさい。

問1) 発生メカニズムを説明しなさい。

問2) 発生抑制の方法を説明しなさい。

得点

2022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2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

IV 下水処理において発生する汚泥(下水汚泥)の処理・処分の方法の1つとして「嫌気性消化」が挙げられる。これについて、次の問い(問1~2)に答えなさい。

問1) 下水汚泥の「嫌気性消化」においては、具体的に何が行われているのか。簡潔に説明しなさい。

問2) 下水汚泥の「嫌気性消化」における手法として、主に次の2つ(①~②)がある。それぞれの手法について簡潔に説明しなさい。

- ① 中温二段消化法
- ② 高温消化法

V 水環境における水質汚濁の指標の1つであるBODについて、次の問い(問1~5)に答えなさい。ただし、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解答しなさい。

問1) BODは略称である。元の名称を英語で答えなさい。また、元の名称の日本語訳をすべて漢字で答えなさい。

問2) 試料XのBODを、BODが1.1 mg/Lの①希釈液で10倍に希釈してから測定する場合を考える。希釈直後(培養前)のDOの値が8.5 mg/L、②培養後のDOが4.5 mg/Lという結果を得たとして、試料X(希釈前)のBODの値を求めなさい。

問3) 問2の下線部①に関連して、BOD測定時の試料の「希釈液」としては一般的にどのような液を用いるか。名称あるいは特性や成分が分かるように説明しなさい。

問4) 問2の下線部②に関連して、一般的に「培養」の温度と期間はいくらか、それぞれ答えなさい。

問5) 一般に、試料のBODを希釈せずに測定する場合、測定上限(最高値)はおおよそいくらか、理由とともに答えなさい。この際、培養前の試料中には、溶存酸素が適量存在し、微生物も計測に適した種と活性で存在しているとする。

VI 容積100 Lの回分式反応器がある。この反応器を使って物質Aから物質Bを次の反応(2A → B)で生成させたい。物質Aおよび物質Bの初期濃度がそれぞれ20.0 mmol/L、1.0 mmol/Lであるとき、反応開始10分後の反応器内の物質Aおよび物質Bの濃度を求めなさい。ただし、この反応の反応速度は物質Aの濃度に関する二次反応で表され、反応速度定数(k)は、 $0.020 \text{ L mmol}^{-1} \text{ min}^{-1}$ である。なお、解答欄には計算過程も記述すること。

得点

2022 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 2 月 19 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

VII 吸着に関する次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えなさい。

溶液に吸着材を投入し、平衡に達したときの溶質濃度、および吸着材の吸着量を求めたい。右図はこの実験で使用する吸着材の吸着等温線である。また、記号とそれぞれの意味、単位は次の通りである。

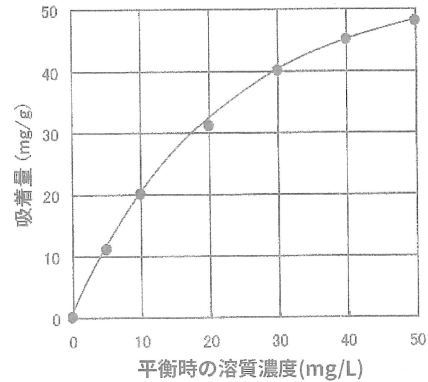
m : 吸着材の量 (g)

X : 吸着材 1g あたりの平衡吸着量 (mg/g)

C_0 : 初期の溶質濃度 (mg/L)

C : 平衡時の溶質濃度 (mg/L)

V : 溶液量 (L)



問1 溶質に関する収支は、次の①式で表される。この収支式を、上記の記号を使った式で表しなさい。

$$\text{初期の溶質量 (mg)} = \text{吸着された溶質量 (mg)} + \text{吸着されなかった溶質量 (mg)} \quad \text{①}$$

問2 問1の式を吸着材 1g あたりの平衡吸着量 X (mg/g) について整理し、操作線を数式として書きなさい。

問3 初期の溶質濃度が 20 mg/L の溶液 20 L に、新しい吸着材を 10 g 投入する。平衡に達したときの溶質濃度、および吸着材 1g あたりの平衡吸着量を求めなさい。なお、この吸着材の吸着等温線は図に示されているものとする。また、導出の過程と単位を必ず書くこと。

VIII PCR (polymerase chain reaction) や DNA シーケンシングは、現代の分子生物学的実験には不可欠な手法である。これに関連した次の問い(問1～3)に答えなさい。

問1) PCR は興味ある遺伝子をコードしている塩基配列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。その定量的原理を説明しなさい。なお、リアルタイム PCR の中でも、二重標識されたプローブを用いる手法について記述すること。

問3) サンガー法による DNA シーケンシングの原理を説明しなさい。

得点

2022 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)

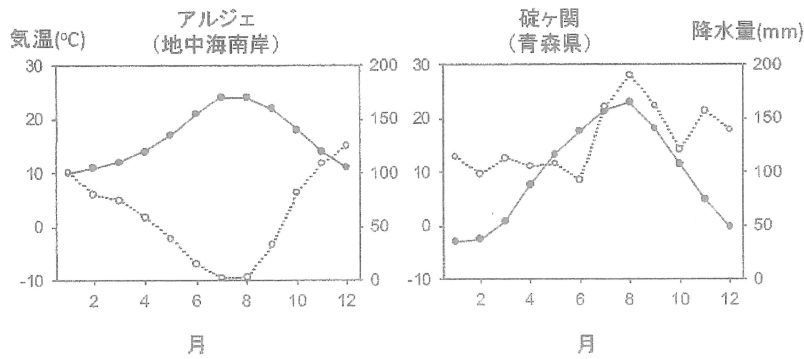
(科目名:専門Ⅱ)

2022年2月19日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

IX 地球中に生息する生物は、概ね、自分の適応した環境条件に分布している。下図は、地中海と日本東北地方の環境条件を、月平均気温（実線）と月平均降水量（点線）で表している。図に示した情報に基づき、この2カ所の気候や季節について、説明しなさい。さらに、各地域に適応した（あるいは生存できる）植物はどのような生理生態的性質を持つのかを推測し、次のキーワードを用いて詳しく述べなさい。

キーワード：葉のフェノロジー・代謝・光合成・季節変化



X 次の5つの選択肢(①~⑤)から2つを選び、他分野の研究者に説明する要領で解説しなさい。具体例を紹介しながら、丁寧かつ専門的に記述すること。

- ① レトロウイルス
- ② 古代湖
- ③ 河川連続体概念 (RCC)
- ④ 負の頻度依存選択
- ⑤ 系統の制約

XI 生態系における物質収支に関する次の問い(問1~2)に答えなさい。

問1) 植物の密度効果とは何か、簡潔に説明しなさい。

問2) 森林の純生産量を推定する2種類の方法を記述しなさい。

得点

2022 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 2 月 19 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

XII 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ロトカ・ヴォルテラ競争モデルについて、 $0 < a < 1$ のときを考える。このモデルについて、下の問い（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) 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。

XIII 植生について次の問い（問1～4）に答えなさい。

問1) 龍谷大学瀬田キャンパスのある滋賀県南部地域では、常緑広葉樹林が極相とされている。瀬田丘陵周辺の極相林を想像して、この地域の極相林にはどのような植物が生育しているか。樹種構成を記述しなさい。

問2) 現在の瀬田丘陵の植生は必ずしも常緑広葉樹ではない。現在の植生の様子を具体的な樹種を挙げながら記述しなさい。

問3) 日本の植生帯を評価する時に、暖かさの指数と寒さの指数の2つの指数を用いて植生を理解することがある。暖かさの指数、寒さの指数を説明しなさい。

問4) 東アジアの植生帯を区分するのに暖かさの指数や寒さの指数は比較的良く適合するとされているが、ヨーロッパの植生の記述に暖かさの指数、寒さの指数を用いることは少ない。その理由を答えなさい。

得点