

2023 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)

2023 年 2 月 18 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題は 3 題あります。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】

[M. Aigner, Markov's theorem and 100 years of the uniqueness conjecture, Springer (2013) より抜粋. turn up: 姿を現す, marvel: 驚嘆する, intriguing: 興味をそそる, uniqueness conjecture: 一意性予想, captivate: 魅了する, stunning: 度肝を抜くような, approximation: 近似, irrational: 無理数, Diophantine equation: ディオファントス方程式, treatise: 論文, remedy: 改善する]

2023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)

2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

II 次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】

[Patrick Baudin 他, The dogged pursuit of bug-free C programs: the Frama-C software analysis platform, Communications of the ACM, Vol. 64, No.8, ACM (2021) より抜粋.
wield: (武器などを)振るう, ubiquity: どこにでもにあること, formal methods: 形式的
手法, specify: (仕様を)明示する, verify: 検証する, sound: 健全な]

III あなたは本学大学院で何を学びたいと思っていますか。また、それを大学院修了後の進路にどのように活かしたいと思っていますか。100語程度の英文で説明しなさい。

理工学研究科 修士課程 数理情報学専攻 入学試験 英語 解答用紙

問題番号

--

受験番号		氏名	
------	--	----	--

採点	
----	--

裏面使用 — あり・なし

2023 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)
2023 年 2 月 18 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 線形写像 $f: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$ を次の行列

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

によって、 $f(\boldsymbol{x}) = A\boldsymbol{x}$ で定義する。ここで、 $\boldsymbol{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$ とする。

- (1) f による像と核の基(底)をそれぞれ一組ずつ求めなさい。
- (2) $F(\boldsymbol{x}) := f(f(\boldsymbol{x}))$ によって定義される線型写像 F の像と核の基(底)をそれぞれ一組ずつ求めなさい。

2023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)

2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

II 次の問いに答えなさい。

- (1) $g(x) = x^x$ ($x > 0$) について導関数 $g'(x)$ を求め最小値を求めなさい。
- (2) a を実の定数とする。広義積分

$$\int_{x^2+y^2 \leq 1} (x^2+y^2)^a \log(x^2+y^2) \, dx dy$$

が収束するか発散するかを調べ、収束する場合はその積分の値を求めなさい。

2023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)

2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

III x 軸上を運動する質量 $m = 1$ の物体を考える。時刻 $t \leq 0$ では原点で静止していたこの物体に $t > 0$ で力 $F(t)$ がはたらいた。ただし、

$$F(t) = \begin{cases} 6t & 0 < t \leq 1 \\ 6 & 1 \leq t < 2 \\ -6 & 2 \leq t \end{cases}$$

である。

- (1) $0 < t < 1$ での物体の速度 $v(t)$ を求めなさい。
- (2) $0 < t < 2$ での物体の速度 $v(t)$ のグラフを描きなさい。
- (3) $0 < t < 3$ での物体の位置 $x(t)$ を求め、グラフを描きなさい。

2023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)

2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

IV 金額が指定されたときに、手持ちの1円, 10円, 100円硬貨の中から、なるべく多くの枚数の硬貨を使って釣り銭のないように支払うことを考える。キーボードから指定の金額および手持ちの各硬貨の枚数が入力されると、支払いに使う各硬貨の枚数を出力するプログラムを作成したい。ただし、指定の金額は1円以上1000円未満とし、手持ちの硬貨はいずれも9枚以上と仮定してよい。

キーボードからは、1円, 10円, 100円硬貨の順に手持ちの枚数を入力し、続けて指定の金額を入力するものとする。例えば、

20 15 9 555

という入力に対する出力は

15 14 4

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) このようなこと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。

2023 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: 専門Ⅱ)

2023 年 2 月 18 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 ユークリッド平面 \mathbb{R}^2 内の集合

$$A = \{(x_1, x_2) \in \mathbb{R}^2 \mid x_1 > 0\}, \quad B = \{(x_1, x_2) \in \mathbb{R}^2 \mid x_1^2 + x_2^2 > 4\},$$
$$S = \{(x_1, x_2) \in \mathbb{R}^2 \mid 0 \leq x_1 \leq 1, 0 \leq x_2 \leq 1, x_1, x_2 \text{ は有理数}\}$$

を考える。集合 X の内部, 境界, 閉包をそれぞれ $\text{int}(X)$, ∂X , $\text{cl}(X)$ で表す。

- (1) \mathbb{R}^2 内の任意の集合 X が開集合である定義を述べなさい。
- (2) A は開集合であることを示しなさい。
- (3) $\text{int}(B)$, ∂B , $\text{cl}(B)$ を求めなさい。
- (4) $\text{int}(S)$, ∂S , $\text{cl}(S)$ を求めなさい。また, $\text{cl}(\text{int}(S))$ 及び $\text{int}(\text{cl}(S))$ を求めなさい。

2023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)

2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅱ 未知関数 $x = x(t)$ に関する非斉次2階線形常微分方程式

$$x'' - (\alpha + \beta)x' + \alpha\beta x = e^{\gamma t}$$

を考える。ただし、 $\alpha, \beta, \gamma \in \mathbb{R}$ である。

- (1) $\alpha = -1, \beta = 3, \gamma = -2$ の場合の一般解を求めなさい。
- (2) $\alpha = -1, \beta = 3, \gamma = 3$ の場合の一般解を求めなさい。
- (3) $\alpha = \beta = \gamma \neq 0$ の場合の一般解を求めなさい。

2023 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)

2023 年 2 月 18 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅲ x 軸上を力のポテンシャル $U(x) = \frac{1}{4}(x^2 - 4)^2$ のもとで運動する質量 $m = 1$ の質点を考える。時刻 t における質点の位置を $x(t)$, 速度を $v(t)$ とする。次の問いに答えなさい。

- (1) 位置 x にある質点にはたらく力 $F(x)$ を求めなさい。
- (2) この質点にはたらく力の大きさが 0 になる位置を全て求めなさい。
- (3) 初期条件が $x(0) = -3$, $v(0) = 0$ であるとする。このとき, 質点の力学的エネルギーと質点の運動する範囲を求めなさい。
- (4) 初期条件が $x(0) = 1$, $v(0) = 0$ であるとする。このとき, 質点の力学的エネルギーと質点の運動する範囲を求めなさい。

2023 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)

2023 年 2 月 18 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

IV 確率変数 X_1 と X_2 について考える。 X_1 の分散を

$$V[X_1] \equiv E[(X_1 - \mu_1)^2] = 4,$$

X_2 の分散を

$$V[X_2] \equiv E[(X_2 - \mu_2)^2] = 9,$$

X_1 と X_2 の共分散を

$$\text{Cov}[X_1, X_2] \equiv E[(X_1 - \mu_1)(X_2 - \mu_2)] = -5$$

とする。ここで、 $\mu_i = E[X_i]$, ($i = 1, 2$) は X_i の平均値であり、 $E[A]$ は A の期待値を表す。

- (1) $2X_1 + 3$ の分散を求めなさい。
- (2) X_1 と X_2 の相関係数を求めなさい。
- (3) 確率変数 $X = \alpha X_1 + (1 - \alpha) X_2$ の分散 $V[X]$ が最小になるような定数 α を求めなさい。ただし、 $0 \leq \alpha \leq 1$ とする。
- (4) 確率変数 Y_1 と Y_2 を

$$Y_1 = X_1 + \beta X_2, \quad Y_2 = -\beta X_1 + X_2$$

とする。 $\text{Cov}[Y_1, Y_2] = 0$ となるような定数 β を求めなさい。ただし、 $\beta \geq 0$ とする。

受験番号		氏名	
------	--	----	--

V 正の整数 n , 要素数が n の整数配列 a と b , および整数値 x が引数として与えられる。配列 a の要素の値は互いに異なり, 配列 b についても同様である。条件 $x = a[i] + b[j]$ を満たす i と j (ただし $0 \leq i < n$ かつ $0 \leq j < n$) の組が何個あるかを戻り値として返す関数を C 言語で作成したい。

- (1) このような関数を書きなさい。ただし, 作業用の配列を使用したり, 配列 a や b の内容を書き換えてはならない。
- (2) 配列 b の要素が昇順に並べられている場合を考える。後述の関数 `search` を用いれば, 以下の関数 `find` で目的を達成できる。

```
int find(int n, int x, int a[], int b[])
{
    int c = 0; /* 条件を満たす組の数 */
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        int j = search(n, x - a[i], b);
        if (j >= 0) {
            c++;
        }
    }
    return c;
}
```

関数 `int search(int n, int y, int c[])` の動作は以下の通りである。

要素が昇順に並べられている配列 c が引数として与えられたとき, $c[r] = y$ が成立する添字 r (ただし $0 \leq r < n$) の値を探索して返す。もしそのような添字 r が存在しないならば -1 を返す。

この関数 `search` の実行時間が高速であれば, 関数 `find` の実行時間をより高速にできる。そこで, 実行時間の観点で効率のよい関数 `search` を書きなさい。ただし, 作業用の配列を使用したり, 配列 a や b の内容を書き換えてはならない。

2023 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)

2023 年 2 月 18 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

VI 命令用とデータ用に独立したキャッシュを備えた CPU (プロセッサ) がある。この CPU のクロック周波数は f GHz とする。この CPU は、キャッシュミスが起きない限り、すべての命令を 2 クロックサイクルで実行できる。一方、命令のフェッチでもデータへのアクセスでも、キャッシュミスが起きると、それぞれメモリアクセスのために 50 クロックサイクルが余分に必要となる。

あるプログラムについて、プログラムの開始から終了までに実行される命令を調べてみたところ、次のことがわかった。

- 延べ命令数 (実効命令数): 6.0×10^8
- メモリ中のデータへのアクセスを 1 回行う命令の割合: $x\%$
- メモリ中のデータへのアクセスを 2 回以上行う命令の割合: 0%

- (1) キャッシュが常にヒットする理想的な条件では、この CPU でこのプログラムの実行に要する CPU 時間は 0.8 秒だという。 f を求めなさい。
- (2) 実際にこのプログラムを実行してみると、命令キャッシュのヒット率が 90%、データキャッシュのヒット率が 70% で、CPU 実行時間は (1) の時間より 6.5 秒余分にかかっていた。 x を求めなさい。
- (3) 現代の一般的な CPU にキャッシュが備わっている理由を述べなさい。

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)

2023 年 2 月 18 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. 以下のニュース記事を読んで、問 1~6 に答えなさい。



(<https://engoo.com> より抜粋)

問 1 下線①, ⑤, ⑩の英語をそれぞれ日本語に訳しなさい。

問 2 下線②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) was scrapped (B) was burned (C) was designed (D) was melted

問 3 下線③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。

[dioxide / about / can / 2 kilograms / 32,000 kilometers / carbon / the / , / remove / if / of / ZEM / driven / is / it / air / from]

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)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問 4 下線④, ⑦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)
④	minute	huge	minute	huge
⑦	disposable	disposable	reusable	reusable

問 5 下線⑥, ⑧, ⑨の用語の文中の意味として最も適切なものを, それぞれ次の(A)~(C)の中から選び, 記号で答えなさい。

(1) ⑥ point out

(A) to make someone feel unhappy because something they hoped for did not happen or was not as good as they expected

(B) to not allow someone to take part in something or not allow them to enter a place

(C) to tell someone something that they did not already know or had not thought about

(2) ⑧ handy

(A) it is convenient or useful

(B) it is ineffective in any way

(C) it is completely stupid or unreasonable

(3) ⑨ responsible

(A) having a meaning that is easy to understand and makes sense

(B) a way of solving a problem or dealing with a difficult situation

(C) being the cause of a particular action or situation

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 is ZEM?

(2) What are ZEM's innovations that help to make it more sustainable? Give 3 examples.

(3) What are your thoughts on ZEM?

II. 以下の記事を読んで, 問 1~3 に答えなさい。

【引用部分は削除しています】

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)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

【引用部分は削除しています】

(<https://www.apa.org/> 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) Students should always attend academic conferences with their professors.
- (2) Participants of academic conferences usually can see session programs prior to the conferences.
- (3) Many universities provide some funding for students who present at a conference.
- (4) Most conferences have plenary sessions and other sessions are scheduled in parallel during these timeslots.

問 3 次の問いに対する答えとして、記事の文中に記載している事項を日本語で答えなさい。

What are benefits of presenting work at a conference for undergraduate students? Give 2 examples.

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)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

I	問 1	①						
		⑤						
		⑩						
	問 2							
	問 3							
	問 4							
	問 5	(1)		(2)		(3)		
	問 6	(1)						
		(2)	1 例目					
			2 例目					
3 例目								
(3)								

II	問 1	①							
		②							
		③							
	問 2	(1)		(2)		(3)		(4)	
	問 3	1 例目							
		2 例目							

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)

2023 年 2 月 18 日 (土)

(科目名：専門 I)

数学

- I. 広義積分 $\int_0^{\infty} e^{-x} dx$ について、以下の問いに答えなさい。
- (1) 積分 $\int_0^M e^{-x} dx$ について、積分して M の式で表しなさい。ただし、 $M > 0$ とする。
 - (2) 極限 $\lim_{M \rightarrow \infty} \int_0^M e^{-x} dx$ を (1) の結果を利用して求めなさい。
- II. 曲線 $y = x^2$ と $y = \sqrt{x}$ に囲まれた図形を x 軸まわりに回転してできる回転体の体積を求めなさい。
- III. y が x の関数であるとき、微分方程式 $y'' - 3y' + 2y = e^{3x}$ 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 $y'' - 3y' + 2y = e^{3x}$ の特殊解を $y = Ae^{3x}$ としたときの定数 A を求めなさい。
 - (4) 微分方程式 $y'' - 3y' + 2y = e^{3x}$ の一般解を示しなさい。
- IV. 行列 $\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 3 \end{pmatrix}$ に対する固有値とそのうちいずれか 1 つの固有値に対応する固有ベクトルを求めなさい。

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)

2023 年 2 月 18 日 (土)

(科目名：専門 I)

物理

- I. 図 1 のような線密度 σ 、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。
なお、線密度は、棒における単位長さあたりの質量である。

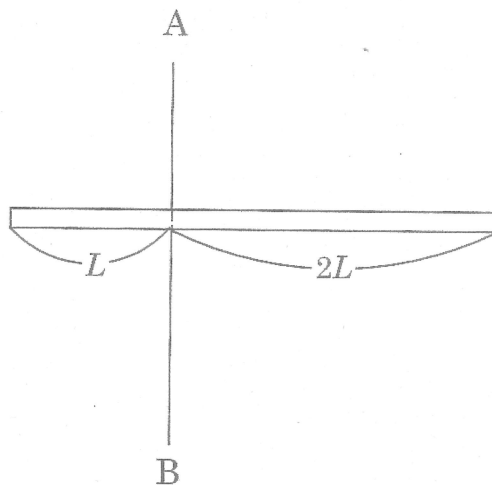


図 1

- II. x 軸上の質点の運動を考える。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 $a=1+3t$ 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 $F_x=y, F_y=2xy$ で与えられている。原点 $O(0, 0)$ から、点 $P(q, q)$ 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、 q 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）

2023 年 2 月 18 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)

2023年2月18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) 固体の状態で原子が規則正しく配列している材料を何とよんでいるか。以下の中から選択しなさい。
[非晶体, 結晶体, アモルファス]

(2) 金属の原子配列は、図1に示す3種類の原子配列のいずれかであることが多い。I, IIおよびIIIの結晶格子の名称を記載しなさい。

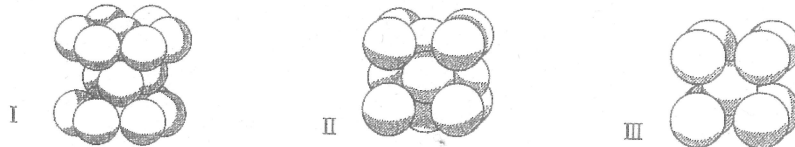


図1 金属の原子配列の模式図

(3) 純鉄を加熱し 912°Cを超えたときの結晶格子は図1のI, II, IIIのいずれであるか、選択しなさい。

(4) (3)の金属組織の名称を以下の中から選択しなさい。
[オーステナイト, マルテンサイト, バイナイト]

(5) 炭素鋼を融液状態からゆっくりと冷却して得られる金属組織を標準組織とよんでいる。図2には炭素鋼の炭素量と標準組織比率の関係を示している。標準組織は3種類の金属組織A, BあるいはB, Cから構成されている。A, BおよびCの金属組織の名称を答えなさい。

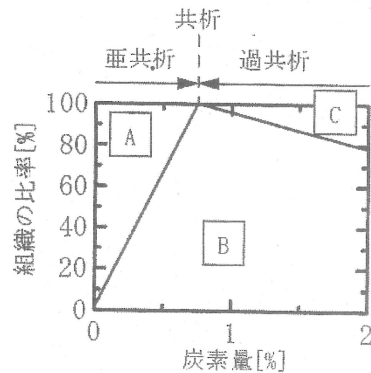


図2 炭素量と組織比率の関係

II. 材料強度学に関する以下の問いに答えなさい。

(1) Vノッチシャルピー衝撃試験で、構造用炭素鋼の靱(じん)性を評価することが多い。靱性とは何か40文字程度で説明しなさい。

(2) シャルピー衝撃試験で得られた結果を、縦軸に吸収エネルギー、横軸に温度をとり、両者の関係図をフリーハンドで描き、その図に上部棚エネルギーとエネルギー遷移温度を記入しなさい。

(3) 靱性の評価には、エネルギー遷移温度と並んで、破面遷移温度も用いられる。破面遷移温度の定義を脆性破面率という用語を用いて20文字程度で説明しなさい。

(4) 脆(ぜい)性破壊抑制のためにはどのような材料を選定すれば良いか、破面遷移温度と吸収エネルギーの2語を用いて、40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)

2023 年 2 月 18 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

材料力学

- I. 図 1 のように、直径 d [m]、長さ $2l$ [m] の丸棒 DE と直径 $2d$ [m]、長さ l [m] の丸棒 AD、EB からなる段付き丸棒の両端を固定した。中央部 C に、軸線周りのねじりモーメント T [N·m] を矢印の方向に掛けるものとして、以下の問いに答えなさい。なお、各丸棒の材料は同じで、せん断弾性係数を G [Pa] とする。また、直径 d の円形断面の断面二次極モーメントは、 $I_p = \pi d^4/32$ で求められるものとする。

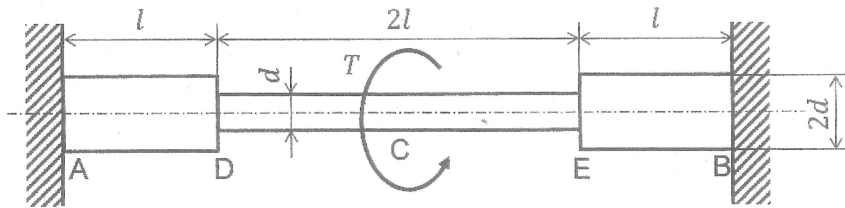


図 1

- (1) 丸棒 AD に掛かるねじりモーメントについて、 T を用いて表しなさい。
- (2) 段部 D でのねじれ角について、 T 、 G および必要な寸法を用いて表しなさい。
- (3) 中央部 C でのねじれ角について、 T 、 G および必要な寸法を用いて表しなさい。
- (4) 丸棒 DE に発生する最大せん断応力を求めなさい。

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)

2023年2月18日(土)

(科目名：専門Ⅱ)

熱力学

- I. 図1に示す p - V 線図のように、1→2 および 3→4 の等温過程と 2→3 および 4→1 の等積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。比熱比を 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] などとし、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) 温度 T について、 $T_4 = 2T_1$ となるとき、 T_2 、 T_3 を T_1 を使って表しなさい。
 - (2) (1)に加えて、体積 V について、 $V_1 = 4V_2$ となるとき、 p_2 、 p_3 、 p_4 を p_1 を使って表しなさい。
 - (3) このガスサイクルの温度 T とエントロピー S の変化を表す T - S 線図を示しなさい。
 - (4) このガスサイクルによってなされる、1サイクルあたりの単位質量あたりの仕事を求めなさい。
 - (5) 過程 4→1 で放出される熱を過程 2→3 で利用できるとき、このガスサイクルの熱効率 η を求めなさい。

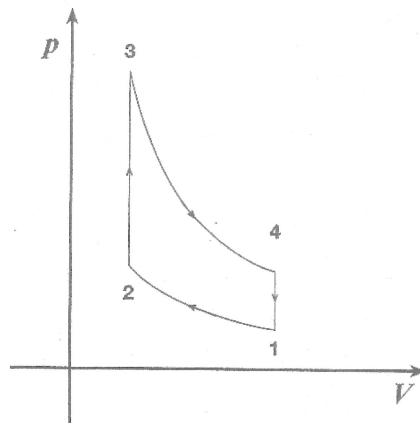


図1

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)

2023 年 2 月 18 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

流体工学

- I. 図 1 に示すように、水面の高さが H [m] 異なる水が入った 2 つのタンクが円管でつながれている。水の密度を ρ [kg/m³]、管入口の損失係数を ζ_{in} 、管径を d [m]、管の長さを L [m]、管内の平均流速を v [m/s]、管摩擦係数を λ 、管出口の損失係数を ζ_{out} 、重力加速度を g [m/s²]、円周率を π とするとき、以下の各問いに答えなさい。ただし、タンクの断面積は管の断面積より十分大きく、それぞれの液面高さの変化は無視できるものとする。なお、必要な記号がある場合は自分で定義して用いること。
- (1) 2 つのタンクの液面について、全圧力損失を ΔP としたとき、損失を考慮したベルヌーイの式を長さの単位で書きなさい。
 - (2) 全圧力損失 ΔP を問題文中に与えられた諸量を用いて求めなさい。
 - (3) 管内の平均流速を求めることによって、円管内を流れる質量流量を求めなさい。

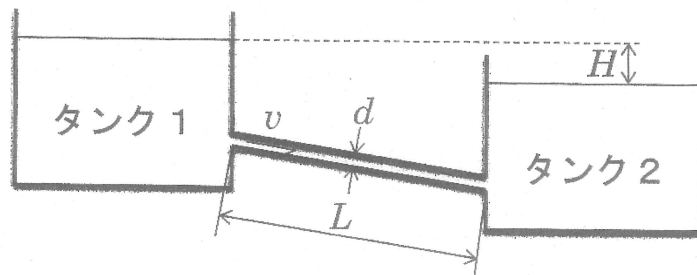


図 1

- II. 次の各問いに答えなさい。ただし、水の密度は 1000 kg/m^3 、水の粘度は $1.0 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、空気の密度は 1.2 kg/m^3 、空気の動粘度は $1.5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ 、円周率は 3.14 、重力加速度は 9.8 m/s^2 とする。
- (1) 直径が 20 mm の管の中を水が 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、理由をつけて答えなさい。
 - (2) 直径が 20 mm のホースの先端から 10 m/s で水が噴出している。ホースを持つ人の受ける反力を求めなさい。
 - (3) 直径が 20 mm 、管摩擦係数が 0.02 である水平円管を空気が平均速度 9.8 m/s で流れている。 10 m 流れたときの圧力損失を長さの単位で求めなさい。
 - (4) 入口側の円管直径が 20 mm 、出口側の円管直径が 10 mm 、入口速度が 2 m/s で断面が滑らかに変化している円管において水が流れている。管壁での摩擦損失がないとしたときの出口側での速度を求めなさい。

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)

2023年2月18日(土)

(科目名：専門Ⅱ)

機械力学

- I. 図1のように支点O回りの慣性モーメント J の棒に、支点Oから距離 l の位置に、ばね定数 k のばねと粘性減衰係数 c のダッシュポットが取り付けられている。棒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であり、 $\theta(t)$ は微小と仮定する。
- (1) 支点O回りの棒の自由振動の運動方程式を求めなさい。
 - (2) この系の不減衰固有角振動数($c=0$ のときの固有角振動数) ω_0 を求めなさい。
 - (3) この系の減衰比 ζ を求めなさい。

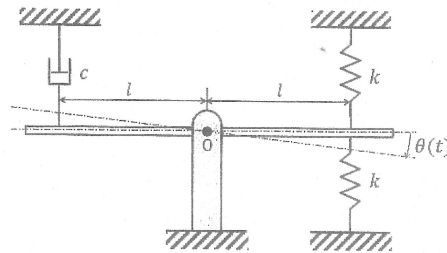


図1

- II. 図2に質量 m , $3m$ の台車とばね定数 k , $2k$, $4k$ 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変位を表す。台車と地面、および台車間の摩擦は無視できるとする。
- (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 ($\omega_1 < \omega_2$)を求めなさい。

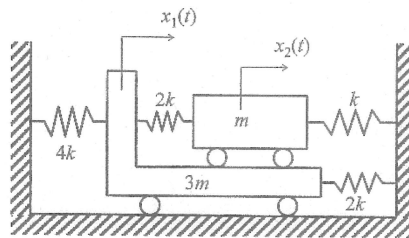


図2

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)

2023 年 2 月 18 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。

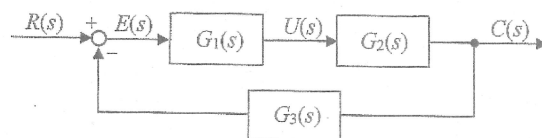


図 1

- (1) 制御量 $C(s)$ を伝達関数 $G_1(s)$, $G_2(s)$ および偏差 $E(s)$ を用いて表しなさい。
- (2) 偏差 $E(s)$ を伝達関数 $G_1(s)$, $G_2(s)$, $G_3(s)$ および目標値 $R(s)$ を用いて表しなさい。
- (3) 閉ループ伝達関数 $W(s) = C(s) / R(s)$ を求めなさい。
- (4) このフィードバック制御系において、 $G_2(s) = \frac{2}{s+2}$ とする。
 - (a) 伝達関数 $G_2(s)$ に入力 $U(s) = \frac{1}{s}$ を印加したときの時間応答 $c(t)$ を求めなさい。なお、関数 $f(t)$ 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。
 - (b) 伝達関数 $G_1(s) = K_1$, $G_3(s) = 1$ としたとき、フィードバック制御系が安定となるための K_1 の範囲を求めなさい。ただし、 K_1 は実数とする。
 - (c) 伝達関数 $G_1(s) = 1$, $G_3(s) = K_3$, 入力 $U(s) = \frac{1}{s}$ としたとき、定常偏差 ε が 0.01 以下となるための K_3 の範囲を求めなさい。ただし、 K_3 は実数とする。なお、定常偏差 ε は $\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} sE(s)$ で求められる。

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)

2023 年 2 月 18 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 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 89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) absorption
- (2) adsorption
- (3) partial pressure
- (4) refractive index
- (5) separation
- (6) 化学反応
- (7) 触媒
- (8) 二酸化炭素
- (9) 溶液
- (10) 溶媒

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:英語)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

III 次の文章は、*J. Chem. Educ.*, **64**, 934 (1987)に掲載された Roger L. DeKock による “The Chemical Bond” より抜粋 (一部改変) したものである。次の問いに答え、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】

- 問 1 下線部①、③、⑤をそれぞれ和訳しなさい。
- 問 2 本文の内容に則って、下線部②の「vice versa」を具体的に 30 字程度で説明しなさい。
- 問 3 下線部④の「electronegativity」の意味を書き、Na と Cl においてその値が高い方の原子を示しなさい。
- 問 4 次の選択肢の中から、空欄 **1** と **2** に入る適当な数値を選び、それらの記号を解答欄に書きなさい。
(ア) 10 (イ) 20 (ウ) 30 (エ) 40 (オ) 50 (カ) 60 (キ) 70 (ク) 80 (ケ) 90

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)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

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

数 学

I 次の関数の微分を実行しなさい。 $\sinh x$ はハイパボリックサイン、 $\cosh x$ はハイパボリックコサインという。

(1) $\sinh x \equiv \frac{e^x - e^{-x}}{2}$

(2) $\cosh x \equiv \frac{e^x + e^{-x}}{2}$

(3) 以下の計算をしなさい。

$$\cosh^2 x - \sinh^2 x =$$

II ヒュッケル近似によるエチレンの永年方程式

$$\begin{vmatrix} \alpha - E & \beta \\ \beta & \alpha - E \end{vmatrix} = 0$$

を解いて、 π 結合に関するエネルギー準位を求めなさい。ここで、 α (< 0) はクーロン積分、 β (< 0) は共鳴積分を表すものとする。

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)

2023年2月18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: $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, プランク定数: $h = 6.00 \times 10^{-34} \text{ J s}$, 光の速度: $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$, $1 \text{ eV} = 2.00 \times 10^{-19} \text{ J}$

電子の質量: $m_e = 1.00 \times 10^{-30} \text{ kg}$, アボガドロ定数: $N_A = 6.00 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, ボルツマン定数: $k_B = 1.00 \times 10^{-23} \text{ J/K}$

I 光を照射すると、半導体内の価電子バンドからバンドギャップを超えて伝導バンドへ電子が励起する場合がある。バンドギャップ 3.00 eV の半導体でこの現象を起こすことができる光の最短波長 $[\text{m}]$ を求めよ。

II 透明な物質 A から空気へ向かって光を透過させながら、入射角 θ を変化させた(図1)。この時、入射角度 θ_c が $\sin \theta_c = 0.75$ を満たすときに、光は透過しなくなった(図2)。この時の θ_c を臨界角という。空気の屈折率を 1.00 としたとき、物質 A の屈折率 n_A を求めよ。

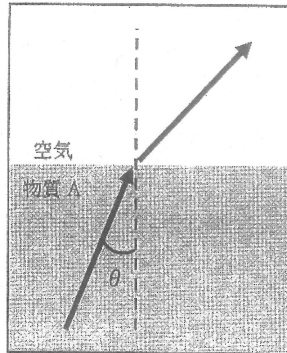


図1 物質 A からの光が透過している

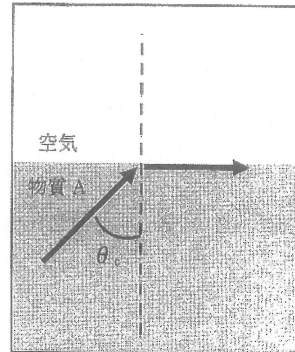


図2 光が物質 A 内で全反射している

III ある波長 λ $[\text{nm}]$ の電磁波を試料に入射し、回折する電磁波の強度を測定する実験を行った。試料は格子構造を有しており、試料表面に対して平行な格子間隔 d は 3.10 nm であった。図3に示すように、試料表面に対して入射角=回折角 θ が 14.24° の時、非常に強い回折が観測された。この実験で用いた電磁波の波長 λ $[\text{nm}]$ を求めよ。なお、必要ならば $\sin(14.24^\circ) = 0.25$, $\cos(14.24^\circ) = 0.97$, $\tan(14.24^\circ) = 0.25$ を用いなさい。

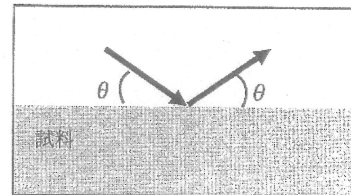


図3 入射角 θ で回折している電磁波

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)

2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

化学基礎・グリーンケミストリー

I 次の各設問について解答しなさい。

(1) Lewis の酸と塩基の定義について、「電子対」「占有軌道」および「空の軌道」の言葉を必ず用いて 150 字程度で説明しなさい。図を用いて説明してもよい。

(2) DNA と RNA の違いについて、「五炭糖」「らせん構造」および「タンパク質合成」の言葉を必ず用いて 150 字程度で説明しなさい。図を用いて説明してもよい。

II 一般に、炭素-炭素単結合の長さは約 1.54 \AA であり、炭素-炭素二重結合の長さは約 1.34 \AA である。これに対し、ベンゼンの 6 本の炭素-炭素結合の長さは、炭素-炭素単結合の長さと同様に炭素-炭素二重結合の長さの中間の値を示し、約 1.40 \AA である。

(1) ベンゼンの二つの共鳴寄与構造を描きなさい。

(2) ベンゼンの炭素-炭素結合の長さが、炭素-炭素単結合の長さと同様に炭素-炭素二重結合の長さの中間の値をとる理由について、「共鳴」「非局在化」および「安定化」の言葉を必ず用いて 200 字程度で説明しなさい。

得点

2023 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 物質化学専攻)

(科目名: 専門 I)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

化学基礎・グリーンケミストリー

III 触媒は合成化学において広く用いられている。以下の問いに答えなさい。

- (1) 化学反応における触媒のはたらきを、50字程度で説明しなさい。
- (2) 触媒を用いた化学反応の例を一つあげ、その化学反応式と、触媒の名称をそれぞれ書きなさい。
- (3) 化学反応において触媒を用いることは、グリーンケミストリーの観点でどのような意義があるかを、200字程度で述べなさい。

IV 次の各語の中から2つを選び、それぞれ50～80字程度で説明しなさい。

- (1) 再生可能エネルギー
- (2) ライフサイクルアセスメント
- (3) 化学的酸素要求量
- (4) SDGs
- (5) ゼロエミッション

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)

2023 年 2 月 18 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 pn 接合太陽電池について、以下の問いに答えなさい。

(1) pn 接合部分の熱平衡状態におけるバンド構造を図示しなさい。なお、図中にはどちらが p 型か、n 型か、および、価電子帯上端 (E_V)、伝導帯下端 (E_C)、ドナー準位 (E_D)、アクセプター準位 (E_A)、フェルミ準位 (E_F) の位置を記入すること。

(2) pn 接合太陽電池の動作原理について 150 字程度で説明しなさい。

II 金属と半導体の電気伝導度の温度依存性の違いをその理由とともに 100 字程度で説明しなさい。

III 1 気圧の H_2 と O_2 を用いて $25^\circ C$ で次のような反応が進行する電池について、この電池の $25^\circ C$ における標準起電力を求めなさい。ただし、 $H_2O(l)$ の $25^\circ C$ における標準生成ギブズエネルギー $\Delta_f G^0(H_2O(l)) = -237 \text{ kJ mol}^{-1}$ 、ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ とする。



得点

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)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題2 [無機・無機材料系2]

I セラミックスの粉末を高温で焼成すると焼結は進行する。セラミックスの粒子間で焼結が進行する理由について述べなさい。また、ち密化が進行するには、それらの粒子間でどのような拡散プロセスが必要か答えなさい。

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描きなさい。

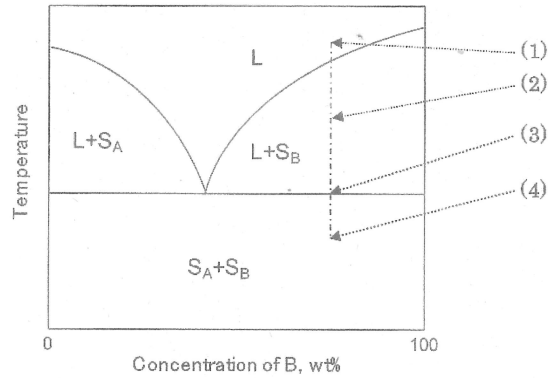


図 2成分系(A,B)の相図

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)

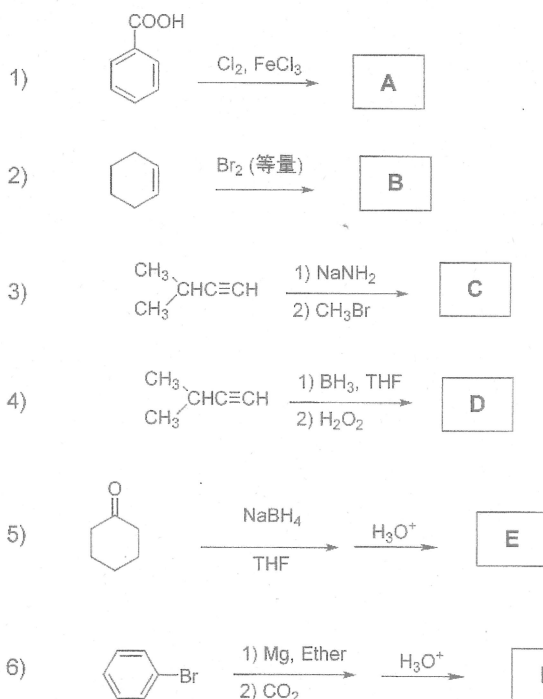
(科目名: 専門Ⅱ)

2023 年 2 月 18 日 (土)

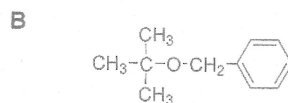
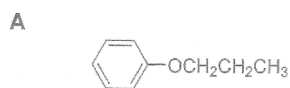
受験番号		氏名	
------	--	----	--

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 \rightarrow や \dashrightarrow などを用いて明示しなさい。



II 非対称エーテルを合成する際には、アルコキシドイオンとハロゲン化アルキルとを反応させる Williamson のエーテル合成法が利用される。次の 2 つのエーテルを合成する反応式を書きなさい。



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)

2023 年 2 月 18 日(土)

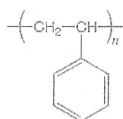
受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 4 [有機・高分子系 2]

I 高分子は一般的に分子量が1万以上の化合物である。

(1) 高分子の分子量の目安が1万以上となる理由を答えなさい。

(2) 次に示すポリスチレンの繰り返しユニット n が増大する時、はじめて分子量1万を超える n を計算しなさい。ただし、HとCの原子量は、それぞれ1と12とする。



II 6,6-ナイロンの重縮合について答えなさい。

(1) 6,6-ナイロンは2つの化合物を重縮合することで得られる。これらの2つの化合物の化学式で答えなさい。

(2) より高分子量の6,6-ナイロンを得るにはどうすればいいか答えなさい。

得点

2023 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 物質化学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 5 [分析・物理化学系 1]

I 例にならって、SI 基本単位 7 つの「基本物理量の名称」および「単位の記号」をすべて書きなさい。
(例) 周波数 / Hz

II 市販の濃塩酸 (分子量 36.5, 質量パーセント濃度 37.0 %) の密度は 1.18 g cm^{-3} (20°C) である。この市販の濃塩酸の容量モル濃度を求めなさい。

III A_mB_n の組成をもつ難溶性塩を水に加えて攪拌すると、 $A_mB_n \rightleftharpoons mA^{m+} + nB^{n-}$ で示されるような溶解平衡が生じる。以下の問 1 ~ 問 3 に答えなさい。ただし、 A^{m+} および B^{n-} の容量モル濃度をそれぞれ、 $[A^{m+}]$ および $[B^{n-}]$ と表記すること。

問 1 この平衡反応の溶解度積 K_{sp} を示しなさい。

問 2 この水溶液の電気的中性の関係式を示しなさい。

問 3 A^{m+} の塩を含む水溶液と B^{n-} の塩を含む水溶液を混合するとき、水溶液中に A_mB_n の沈殿が生じるのは K_{sp} がどのような条件のときか、 $[A^{m+}]$ および $[B^{n-}]$ を用いて説明しなさい。

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)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 6 [分析・物理化学系 2]

次の問いⅠ～Ⅲに答えなさい。

Ⅰ 次の語句①～④の説明として最も適切なものを、ア～エの選択肢の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

- ①「熱力学におけるエネルギー」
 ア. 主に熱と仕事のことである
 イ. 仕事をする能力のことである
 ウ. 人類の営みにより、減少している
 エ. 系の乱雑さを表す物理量である
- ②「熱力学第二法則」
 ア. 孤立系のエントロピーは増加する傾向にある
 イ. 孤立系のエントロピーは減少する傾向にある
 ウ. 閉鎖系のエントロピーは増加する傾向にある
 エ. 閉鎖系のエントロピーは減少する傾向にある
- ③「エントロピー変化 ΔS 」
 ア. 自発変化の場合、孤立系、閉鎖系、開放系のいずれでも符号がマイナスになる
 イ. 等温定圧で起こる過程において、取り出すことができる非膨張仕事の最大値に相当する
 ウ. 閉鎖系において、熱という移動様式で可逆的に系へ移動させたエネルギーを、その時の温度で割ったものである
 エ. 圧力一定の下で、物質に何らかの変化が起こる際、必要なエネルギーに相当する
- ④「ギブズエネルギー G 」
 ア. 物質内部に蓄えられている全エネルギーである
 イ. 等温定圧過程において、系の変化が自発的である場合、符号がマイナスになる
 ウ. 仕事として取り出せないエネルギーである
 エ. 体積一定の下で、系に加えた熱 q に相当する

Ⅱ 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 J/(K·mol) および 75.0 J/(K·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

Ⅲ 25 °C における反応 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ について、以下の値を有効数字 3 桁で求めなさい。必要に応じ、表 1 に示す標準生成エンタルピー $\Delta_f H^\ominus$ 及び標準モルエントロピー S^\ominus の値を用いなさい。

- (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 $\Delta_r S^\ominus$
 (3) 標準反応ギブズエネルギー $\Delta_r G^\ominus$

	$\Delta_f H^\ominus$ [kJ mol ⁻¹]	S^\ominus [J K ⁻¹ mol ⁻¹]
「窒素」		
N ₂ (g)	0	192
N(g)	+473	153
NH ₃ (g)	-46.1	193
「水素」		
H ₂ (g)	0	131
H(g)	+218	115
H ₂ O(l)	-286	69.9

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)

2023年2月18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】

出典：Christoph Bartneck ほか(著)「Human-Robot Interaction: An Introduction」
[Cambridge University Press; 2020] p.7 より抜粋

II 次の日本語を英訳しなさい。

- (1) 私は将来、システムエンジニアとして、東京の会社で働きたい。
- (2) 私のノートパソコンは2キロ以上の重さがあり、持ち歩くには重すぎます。
- (3) このコンピューターは同時に複数のプログラムを処理することができます。
- (4) 私は週に1度、コンビニエンスストアでアルバイトをしています。
コンビニエンスストアの物流システムは素晴らしいと思います。
- (5) 私はスマートフォンで音楽を聴くのが好きで、楽曲はオンラインで購入します。

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)

2023 年 2 月 18 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。

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

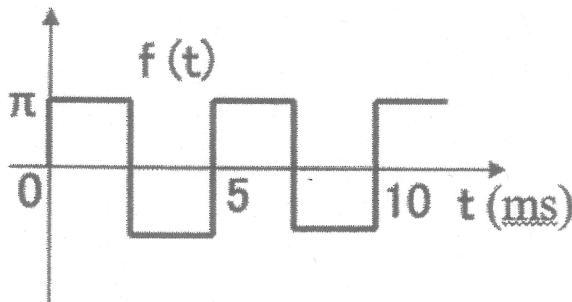
ここで、 n は任意の整数、 ω_0 は基本角周波数、係数 a_0, a_n, b_n はフーリエ係数である。
係数 a_0, a_n, b_n は次式で与えられる。 T は周期である。

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

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

音響信号は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。

- この周期信号の周期 T と基本周波数 f_0 を求めなさい。
- 基本角周波数 ω_0 と基本周波数 f_0 の関係を示しなさい。
- フーリエ係数 a_0, a_n, b_n を求めなさい。
- フーリエ級数 $f(t)$ を求め、 $n=5$ までの式で示しなさい。
- (d) で求めた $f(t)$ のパワースペクトルを図示しなさい。
横軸を周波数、縦軸をパワーとし、それぞれ数値を記入すること。
なお、正弦波 $A \cdot \sin(\omega t)$ のパワーは $A^2/2$ と計算される。



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)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

2. 数学

I.

$\sigma > 0$ とする。

関数 $p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$ に対して、 $\int_{-\infty}^{\infty} x \cdot p(x) dx$ の値を求めなさい。

なお、 $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$ であることは利用してよい。

II.

対称行列 $\begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$ を直交行列により対角化しなさい。

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)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

3. 基礎情報学

(1)

次に示す関数 $f(k)$ で、 $k=6$ のときの関数値を求めなさい。

関数の定義:

$$f(0) = 0$$

$$f(1) = 1$$

$$f(2) = 2$$

$$f(k) = f(k-1) + f(k-3) + f(k-1) \quad (k \geq 3)$$

(2)

バブルソートを用いて、以下の 5 個の数字を昇順にソートする過程を具体的に示しなさい。

6 8 2 7 5

数字の交換を行う度に、

- ・何回目の数字の交換であるか
- ・その時点でどのような数字の並びになっているのか

を示しなさい。答案用紙には 2 回目以降の状態を示しなさい。ただし、交換した数字は○で囲み、それらを両矢印で結びなさい。例えば、最初の状態が「6 8 2 7 5」であり、1 回目の交換で 7 と 5 を交換するのであれば、以下の図のように示しなさい。

最初の状態 6 8 2 7 5

1 回目の交換 6 8 2 ○5 ○7



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)

2023 年 2 月 18 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) 素数を求めるアルゴリズムを行番号をつけた箇条書きで説明しなさい。条件分岐がある場合は箇条書きの行番号を指定して分岐すること。
- (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、与えられた整数が素数かどうかを判定する関数を「isprime」という名前で作成し、3から60までの素数を全て出力する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>  
#define OK 0  
#define NG 1
```

「記入部分」

```
int main(void) {  
    for(int i=3; i<=60; i++)  
        if(isprime(i) == OK) printf("%d ", i);  
        printf("¥n");  
    return 0;  
}
```

II 情報ネットワーク (必答)

- (1) 192.168.99.131/25 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。
- (2) ブロードキャストアドレスの役割について説明しなさい。
- (3) OSI 参照モデルにおけるトランスポート層の役割について説明しなさい。
- (4) ARP 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)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅲ 情報システム (選択)

- (1) 動画像を MPEG-2 など符号化する際に用いられる、動き推定と動き補償とはどのようなことか述べなさい。また、これらによって動画像の大幅な圧縮が可能な理由を説明しなさい。
- (2) カーシェアリング運営会社が車と利用者(会員)を管理するためのデータベースを作りたいとする。「車」および「利用者(会員)」を実体とし、「貸出」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)

英語で書かれた文章を対象にした検索について、以下の問いに答えなさい。

- (1) フレーズ検索とは何か、AND 検索との違いを例を用いて説明しなさい。
- (2) フレーズ検索におけるワイルドカード検索とは何か、例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 情報メディア学専攻)

2023年2月18日(土)

(科目名: 専門Ⅱ)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

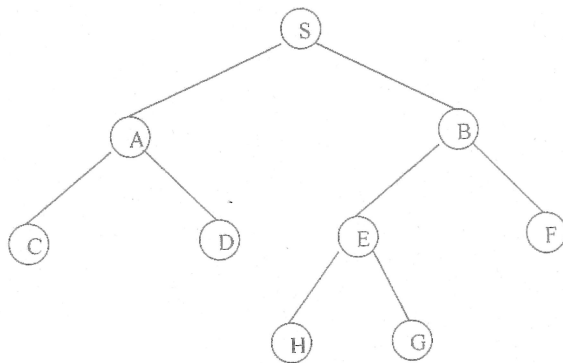
V ソフトウェア科学 (選択)

問1 次の問いに答えよ。

- (1) Web アプリケーションに対する攻撃にSQL インジェクションがある。
 - (a) SQL インジェクションの攻撃方法について説明せよ。
 - (b) SQL インジェクションの攻撃を防ぐ方法について説明せよ。
- (2) 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) プログラミング
 - (c) 外部設計
 - (d) テスト
 - (e) 内部設計
 - (f) プログラム設計

問2 下図のように状態空間が木で表現されているとする。

下図において、出発節点Sから目標節点Gまでの経路を縦型探索で探索する場合、通過する節点を通過順に列挙しなさい。
また、横型探索で探索する場合に通過する節点を通過順に列挙しなさい。



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:英語)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

I 次の英文を日本語に訳しなさい。

【引用部分は削除しています】

(David L. Russell 著, Practical Wastewater Treatment, p175, 2006)

II 大学院へ進学した後の貴方の研究内容について、100-150 words 程度の英文を用いて簡単に説明して下さい。

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)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

以下の大問 I ~ IV の中から 3 問を選択し解答しなさい。その際、選択した大問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. 数学分野

次の問い (問 1 ~ 2) に答えなさい。

問 1 次の関数の導関数を求めなさい。

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

(2) e^{3x^2+2x}

(3) $x^x (x > 0)$

問 2 次の行列とベクトルに関する計算をしなさい。

(1) 次の行列とベクトルの積 (= 一次変換) を求めなさい。

$$\begin{bmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \\ 3 & 2 & 3 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

(2) 次の 2×2 の行列の固有値と固有ベクトルを求めなさい。

$$\begin{bmatrix} 0 & 15 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \end{bmatrix}$$

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)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

II. 物理分野

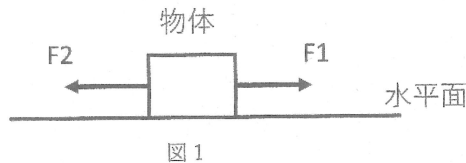
次の問い(問1~3)に答えなさい。

問1 以下の小問(1)~(2)に答えなさい。

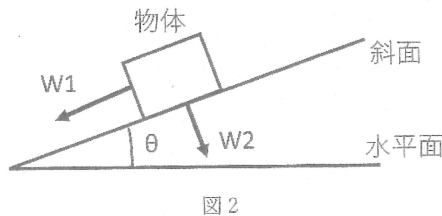
- (1) 物体の質量を m 、加速度を a 、物体にはたらく力を F としたとき、運動方程式を示しなさい。
- (2) 質量 8kg の物体に 4m/s^2 の加速度が生じた。この加速度により生じた物体にはたらく力を求めなさい。水平面・斜面との摩擦や空気抵抗は考えないものとする。なお、答えには計算過程と単位も示すこと。

問2 図のように滑らかな水平面上で静止している物体に、水平方向に右向きの力 F_1 と左向きの力 F_2 が同時にはたらいた(図1参照)。このとき、以下の問いに答えなさい。水平面との摩擦や空気抵抗は考えないものとする。なお、答えには計算過程と単位も示すこと。

- (1) 物体の質量が 1.5kg 、右向きの力 F_1 が 10N 、左向きの力 F_2 が 7N のとき、物体に生じる加速度はどちら向きに何 m/s^2 か求めなさい。
- (2) 物体の質量が 5kg 、右向きの力 F_1 が 10N 、左向きの力 F_2 が 10N のとき、物体の運動はどうか答えなさい。



問3 質量 5kg の物体が θ が 30° の滑らかな斜面上にある(図2参照)。この物体にはたらく斜面方向の成分 W_1 と斜面と垂直な成分 W_2 の大きさを求めなさい。ただし、重力加速度は $g=9.8\text{m/s}^2$ 、斜面は十分に長いものとし、水平面・斜面との摩擦や空気抵抗は考えないものとする。なお、答えには計算過程と単位も示すこと。



得点

2023年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名: 専門 I)

2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

III. 化学分野

次の問い(問1~2)に答えなさい。

問1 以下の問いに答えなさい。なお、計算過程も答案用紙に残しなさい。

- (1) 0.01mol/L の塩酸の pH を求めなさい。
- (2) 0.01mol/L の酢酸水溶液の pH を求めなさい。ただし、この濃度の酢酸の電離度を 0.01 とする。
- (3) 0.001mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の pH を求めなさい。なお、水のイオン積は $1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$ とする。

問2 0.1mol/L の硫酸 15mL を水酸化ナトリウム水溶液で中和したい。このとき、以下の問いに答えなさい。なお、計算過程も答案用紙に残し、解答には単位も書きなさい。

- (1) 0.3mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和することにした。このとき、0.3mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の必要量(mL)を求めなさい。
- (2) 0.3mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を、(1)で求めた必要量(mL)分を作りたい。必要となる水酸化ナトリウムの量(mg)を求めなさい。なお、水酸化ナトリウムは潮解していないものとし、その式量は 40 としなさい。

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)

2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

IV. 生物分野

次の問い(問1~2)に答えなさい。

問1 次の生物学用語の中から5つを選び、それぞれ20字以上で解説しなさい。

- (1) 近交弱勢 (2) 相変異 (3) PCR (ポリメラーゼ連鎖反応) 法 (4) シードバンク
(5) 腐食連鎖 (6) アンブレラ種 (7) 生態系サービス (8) 対立遺伝子 (9) 共進化
(10) アリー効果 (11) 窒素固定 (12) 恒温動物

問2 生物群集の多種共存が維持されるメカニズムに関する次の文章を読み、問いに答えなさい。

・ある種が示す、生活空間や活動時間、利用する資源などにおける特徴をその種の「ア」と呼ぶ。
例えば、全く同じ「ア」を占める2種を一緒に飼育すると、両者の間には激しい「イ」が生じ、一方の種が絶滅に追いやられ、「ウ」が起こる。自然界で、餌や生息場所の利用方法が種間で分割され「ウ」が避けられれば、多様な種の共存が可能になると考えられ、それは「ア」理論と呼ばれる。

・自然界では、「ウ」が抑制されるメカニズムの要因の一つとして「エ」の存在がある。
「イ」上優位な種が選択的に「エ」されることにより、「ウ」が妨げられ、多種共存が可能になったことが操作実験によって示されている。

・台風や河川の氾濫、人為的な管理などの「オ」も「ウ」を抑制し、多種共存を可能にする。
「エ」と異なるのは、「オ」の影響は群集構成種に特異的にかからず、「オ」の頻度や規模によって共存可能な種数は変化する。

- (1) 空欄「ア」～「オ」に最も適した、生物学における専門用語を入れなさい。
(2) 下線部を示す関係をグラフで示し、内容を説明しなさい。
(3) (2) の関係を示す説の名称を答えなさい。

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)

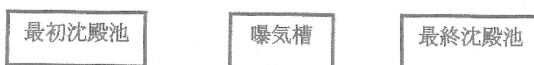
2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

次の大問Ⅰ～Ⅲ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 下水中の溶解性浮遊物質の除去を行う方法として、生物学的水処理法が用いられている。“標準活性汚泥法”は、おもに2つの沈殿池と1つの曝気槽から構成される代表的な生物学的水処理法であり、わが国をはじめ世界各国の下水処理場等において広く用いられている。このことについて、以下の問い(問1～2)に答えなさい。

問1. 以下の図に水の流れ(→)と汚泥の流れ(--->)を矢印で書込み、“標準活性汚泥法”における下水の処理フローを完成させなさい。



問2. 問1の解答方法を参考に、下水中の窒素ならびにリンの除去を可能とする“嫌気無酸素好気法”における下水の処理フローを、以下に記しなさい。

Ⅱ 廃棄物の焼却炉には、①ストーカ式焼却炉、②流動床式焼却炉、③ロータリーキルン炉、などがある。それぞれがどのような焼却炉であるか100字程度で答えなさい。

- ① ストーカ式焼却炉
- ② 流動床式焼却炉
- ③ ロータリーキルン炉

Ⅲ プラグ流反応器(容積10L、断面積10cm²、長さ10m)を用いて汚染物質を8.0mmol/L含む排水を0.50L/minの流量で処理したい。反応器内での汚染物質の分解反応の反応速度が汚染物質の濃度に比例し、その反応速度定数 $k=0.050\text{ min}^{-1}$ であるとき、処理水中の汚染物質の濃度を求めなさい。

なお、ネイピア数 $e=2.7$ とする。導出過程も記載した上で有効桁数2桁で答えること。

得点

2023 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 環境ソリューション工学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2023 年 2 月 18 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅳ 微生物の代謝と増殖に関する次の文章を読んで、以下の問い(問1~3)に答えなさい。

細胞内で行われる物質変換を代謝という。代謝には、①生命活動に必要なエネルギーを獲得する過程と、②獲得したエネルギーを使って細胞を合成する過程とがあり、これらの過程を経て微生物は増殖する。

問1. 下線部①「生命活動に…する過程」、および下線部②「獲得した…する過程」はそれぞれ何と呼ばれるか、最も適切な名称を書きなさい。

問2. 下線部②の「過程」で細胞合成に用いる炭素源の違いに着目して、

ア) 有機物を利用する微生物

イ) 無機炭素を利用する微生物

を総称する用語がある。それらの用語を、それぞれについて書きなさい。

問3. 微生物の増殖について、次の小問(1)~(2)問いに答えなさい。なお、微生物の増殖を阻害する要因は考えないものとする。

(1) 微生物の細胞濃度の増加速度 $\left(\frac{dx}{dt}\right)$ が、微生物の細胞濃度 (x) に比例しているとき、

微生物の細胞濃度 (x) を時間 (t) 、比例係数 μ 、および x_0 で表しなさい。なお、 $t=0$ のとき $x=x_0$ とし、導出の過程も書きなさい。

(2) 微生物の細胞濃度が2倍になるために要する時間を、平均倍加時間という。設問

1)の条件が成り立っているとき、平均倍加時間 (t_d) は $t_d = \frac{\ln 2}{\mu}$ (ただし $\ln 2$ は、2

の自然対数)で表される。 t_d を導出し、このように表せることを説明しなさい。

V 夏の琵琶湖湖畔の砂浜において、湖水が染みている砂地(A)とそのすぐ横の水分がほとんどない砂地(B)を考える。同じ量の太陽の光が降り注いでいるのにも関わらず、Bの砂地は歩けないほど熱くなるが砂地Aの温度上昇は僅かである場合がある。その理由として考えられる要因を可能性の高いものから複数、「熱量」「比熱」「潜熱」をすべて用いて250字程度で答えなさい。但し、染みている湖水の流動や移流はわずかであると仮定し、物性値は具体的な数値を示す必要はない。

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 環境ソリューション工学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

Ⅵ 大気安定度に関する以下の文章を読み、各問い(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. ア〜カに入る語句を答えよ。

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字程度で記述せよ。

Ⅶ 次の選択肢(①~⑤)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。

- ① 外来魚定着と環境変化の関係
- ② アルファ多様性とベータ多様性
- ③ 年に2回全層攪拌する湖における溶存酸素の分布と年変動
- ④ 同所的種分化の可能性と研究事例
- ⑤ 正の頻度依存選択とそれがもたらす結末

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)

2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

VIII 有機物やエネルギーを体内に取り込むことを同化、体外に排出することを異化と定義すれば、生物の成長速度を、同化速度と異化速度の差として表すことができる。生物の個体重を w 、同化速度を v_A 、異化速度を v_C とすると、これらの関係は下の図のように示される。同化速度が個体重に比例し、異化速度が個体重の2乗に比例すると仮定する。すなわち

$$v_A = a \cdot w, \quad v_C = c \cdot w^2$$

が成立すると仮定する。次の問い(問1~5)に答えなさい。

- 問1. 時間を t とし、 w の微分方程式を書きなさい。
- 問2. 個体重の成長速度 (dw/dt) と個体重 (w) の関係をグラフに描きなさい。横軸を w とし、 $w > 0$ の範囲で描きなさい。
- 問3. 個体重の相対成長速度 ($(1/w)dw/dt$) と個体重 (w) の関係をグラフに描きなさい。横軸を w とし、 $w > 0$ の範囲で描きなさい。
- 問4. 問1の微分方程式を解いて、 w を t の関数として表しなさい。ただし、 $t = 0$ のときの w を w_0 とすること。
- 問5. $t \rightarrow \infty$ のときの w の値を a と c を用いて表しなさい。



IX 植生について次の問い(問1~4)に答えなさい。

- 問1. 現存植生と潜在植生について、龍谷大学瀬田キャンパスのある瀬田丘陵周辺の植生を例にして、具体的に植物名を挙げて説明しなさい。
- 問2. 日本の植生帯を理解する時に、温かさの指数、寒さの指数、2つの指数を用いることがある。暖かさの指数、寒さの指数を説明しなさい。
- 問3. 問2の植生理解に、温かさの指数、寒さの指数をどのように用いるかを説明しなさい。
- 問4. 東アジアの植生帯を区分するのに温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温かさの指数、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

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)

2023年2月18日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

X 日本の草地の生物多様性に関する以下の問い(問1~3)に答えなさい。

問1. 日本の草地の大部分は半自然草地である。半自然草地とはどのような草地を指すか説明しなさい。

問2. 20世紀以降, 半自然草地の面積は急激に縮小した。縮小した理由を説明しなさい。

問3. 半自然草地の縮小は, そこに依存する多くの生物の個体数を減少させた。減少した生物種や種群を例に挙げ, それらの現状を説明しなさい。また, それらの個体数を回復させるための有効な手段を考察し, 説明しなさい。

XI 2008年以降, 水生の脊椎動物を対象とした環境DNA分析が急激に開発・発展してきた。スナップショットとしての種の分布をとらえるだけでなく, その移動や, 場合によっては生物量を推定しようとする試みも進んでいる。流水環境において, ある魚種の季節的な河川内移動(回遊)を環境DNA分析によって明らかにしようとする場合, 調査計画やデータの解析において注意すべきことは何か, 250字程度で答えなさい。なお, より良い精度でその移動を明らかにするためにどうすべきかという視点から解答すること。

XII Allee効果を考慮した, 以下の個体群動態モデルを考える。 $N(t)$ は, 時刻 t における個体群密度である。

$$\frac{dN(t)}{dt} = (-r_1 + a_1 N(t))(r_2 - a_2 N(t))N(t)$$

を考える。ただし,

$$r_1, r_2, a_1, a_2 > 0 \text{ かつ } \frac{r_1}{a_1} < \frac{r_2}{a_2} \text{ とする。}$$

以下の問い(問1~4)に答えなさい。

問1. 個体群密度 N と個体群成長速度の関係をグラフに描きなさい。

問2. 問1のグラフ上にすべての平衡点を描き込みなさい。

問3. グラフィカルな方法により, それぞれの平衡点について局所安定性を判別しなさい。

問4. 微分係数を用いた評価法により, それぞれの平衡点の局所安定性を判別しなさい。

得点