

2024年度 大学院(修士課程) 入学試験問題
(科目名: 専門)

(先端理工学研究科 数理・情報科学コース)

2023年9月9日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

※ A, B, C の中から1つの問題群を選び, その問題群のすべての問題に解答しなさい。
所定の解答用紙に問題記号(「A1」など)と解答を書くこと。
解答用紙は1問題につき1枚を使用しなさい。

問題群 A (この問題群を選択した場合は「A」で始まるすべての問題に解答しなさい)

A1 次の問いに答えなさい。

- (1) 次の連立方程式が自明でない解を持つような定数 a を求めよ。またそのときのすべての解を求めよ。

$$\begin{cases} ax + y + z = 0 \\ x + ay + z = 0 \\ x + y + az = 0 \end{cases}$$

- (2) $I_n := \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^n x \, dx$ (ただし $n \in \mathbb{N}$) とする。 $n \geq 2$ に対して次の公式を証明せよ。

$$I_n := \begin{cases} \frac{n-1}{n} \cdot \frac{n-3}{n-2} \cdots \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{2} & (n \text{ が偶数のとき}) \\ \frac{n-1}{n} \cdot \frac{n-3}{n-2} \cdots \frac{4}{5} \cdot \frac{2}{3} & (n \text{ が奇数のとき}) \end{cases}$$

A2 写像 $f: A \rightarrow B, g: B \rightarrow C$ を考える。

- (1) 合成写像 $g \circ f$ が単射ならば, f は単射であることを示せ。
(2) $g \circ f$ が単射であり, かつ g が単射でない例を作れ。

A3 次の問いに答えよ。

- (1) 正則関数 $f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$ ($z = x + iy$) の実部 $u(x, y)$ が $u(x, y) = x^3 - 3xy^2$ で与えられているとき, $f(z)$ とその導関数 $f'(z)$ を求めよ。
(2) 次の等式を示せ。

$$\int_0^{\infty} \cos x^2 \, dx = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{2}}$$

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題群 B (この問題群を選択した場合は「B」で始まるすべての問題に解答しなさい)

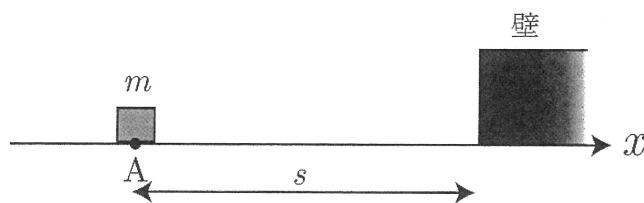
B1 x 軸上を運動する質量 $m = 1$ の物体の時刻 t における座標を $x(t)$ とする。物体にはたらく x 軸方向の力は空気抵抗の力 $-k \frac{dx}{dt}$ のみとする。ただし、 $k(> 0)$ は定数である。また、物体の大きさは無視できるとする。

- (1) この物体の運動方程式を書きなさい。
- (2) 初期条件

$$x(0) = x_0, \quad \frac{dx}{dt}(0) = v_0$$

を満たす運動方程式の解を求めなさい。

- (3) 図に示すように、 x 軸上の点 A から距離 s だけ離れた点に壁を置く。点 A から物体を壁に向かって初速度 $v_0(> 0)$ で滑らせた。物体が壁にぶつかるための v_0 の条件を求めなさい。



2024年度 大学院(修士課程) 入学試験問題
(科目名: 専門)

(先端理工学研究科 数理・情報科学コース)
2023年9月9日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

B2 連続型確率変数 X の確率密度関数 $f(x)$ が次で与えられる。

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{6}x & (2 < x < 4) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases}$$

- (1) 確率 $P(-2 < X < 3)$ および, X の期待値 $E[X]$ と分散 $V[X]$ を求めなさい。
- (2) 確率変数 $Y = 3X + 2$ の期待値 $E[Y]$ と分散 $V[Y]$ を求めなさい。

B3 台形公式を用いて, 次の定積分

$$I = \int_0^1 (1 - x^2) dx$$

の近似値を計算したい。

- (1) 区間 $[0, 1]$ を 2 等分した台形公式を用いたときの I の近似値を求めなさい。
- (2) 区間 $[0, 1]$ を 4 等分した台形公式を用いたときの I の近似値を求めなさい。
- (3) N を 2 以上の整数とする。 N を入力すると, 区間 $[0, 1]$ を N 等分した台形公式を用いたときの I の近似値を計算して出力するプログラムを, C, Java, Python のいずれかのプログラミング言語を用いて書きなさい。

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題群 C (この問題群を選択した場合は「C」で始まるすべての問題に解答しなさい)

C1 任意に与えられる文字列 s の中に現れる数字列の個数を求めたい。数字列とは、 s の部分文字列であって数字 (0, 1, ..., 9) だけで構成される長さが1以上で極大なもの、すなわち、その文字列の出現の直前や直後には数字が現れていないものをいう。ただし、同一の内容の数字列であっても、文字列中での出現位置が異なっていれば異なる数字列として数えるものとする。

例えば、以下の文字列内の数字列の個数は5である。

"Apple:120, Orange:120, Grape:10kg, Pork:30kg, Egg:240"

また、次の文字列の場合は4である。

"pi=3.141592 and e=2.71"

- (1) どのようにすれば数字列の個数を求めることができるかを説明しなさい。
- (2) 文字列 s を引数とし、数字列の個数を戻り値として返すような関数またはクラスメソッド(静的メソッド)を、C言語またはJava言語を用いて書きなさい。

C2 14ビットの符号付き表現で整数を表すものとして次の問いに答えなさい。ただし、負の整数は2の補数表現を用いて表すものとする。

- (1) 10進法で -2023 と表記される整数のビットパターンを示しなさい。
- (2) ビットパターン 10 0000 0000 0000 に対応する整数を10進法で表記しなさい。
- (3) 表すことのできる最大の整数のビットパターンを示しなさい。
- (4) (3)の整数を10進法で表記しなさい。
- (5) 表すことのできる最小の整数のビットパターンを示しなさい。
- (6) ビットパターン 00 0000 0001 0000 と加算するとオーバーフローが発生するようなビットパターンは何通りあるか求めなさい。

2024年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 電子情報通信コース)

(科目名:専門科目)

2023年9月9日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題は5問ありますが、IとIIは必答で、III～Vは3問のうち2問を選択し、全体で4問、解答してください。別紙の解答用紙は1問について1枚ずつ使用し、必ず問題番号(I～V)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)

(1) 行列 $A = \begin{pmatrix} -2 & 0 & -1 \\ 4 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$ の固有値と固有ベクトルを求めなさい。

- (2) 質量 m (正の定数)の物体が速さ v に比例する抵抗を受けて空気中を落下する場合を考える。抵抗は速さに比例しているので $-av$ (ただし a は正の定数)とおくと、時刻 t の物体の運動は次の微分方程式に従う。

$$m \frac{dv}{dt} = mg - av \quad (\text{ここで } g \text{ は重力加速度で正の定数})$$

この微分方程式を解きなさい。ただし初期条件は $t = 0$ で $v = 0$ である。

2024 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 電子情報通信コース)

(科目名: 専門科目)

2023 年 9 月 9 日(土)

II (電気回路)

抵抗 R , インダクタ L , キャパシタ C の 3 つの回路素子および交流電源で構成された回路を考える. 交流電源は, 可変角周波数が ω で電圧の実効値が V の正弦波電圧源とする. 以下の問に答えなさい.

- (1) 三つの回路素子 R , L , C を直列に接続して電源に接続した. この回路図を書きなさい. また, この R , L , C 直列回路の合成インピーダンスを求めなさい.
- (2) (1)の回路に流れる電流の実効値が最大となる電源の角周波数を求めなさい. また, そのときの電流の実効値を求めなさい.
- (3) 次に, R と L を直列に接続して, これに C を並列に接続してから, 電圧源を接続した. この回路図を描きなさい.
- (4) (3)の回路の合成アドミタンスを計算し, コンダクタンス G とサセプタンス B を求めなさい.
- (5) 次に, R と C を並列に接続して, これに L を直列に接続してから, 電圧源を接続した. この回路図を書きなさい.
- (6) (5)の回路の合成インピーダンスを求めなさい.
- (7) (5)の回路において, 電源の角周波数 ω を変化させ, 電源電圧の位相とインダクタ L に流れる電流の位相を一致させた. この時, 電源の角周波数 ω を R , L , C で表しなさい.

2024 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 電子情報通信コース)

(科目名: 専門科目)

2023 年 9 月 9 日(土)

Ⅲ(電子)

以下の文章中の(1)~(13)の空欄を、適切な文字、数式のいずれかで埋め、解答用紙に記述しなさい。なお、空欄の中に"/"を挟む形で選択肢が書かれている場合は、その中から正しいものを選びなさい。以降では、電気素量を e [C] とおき、物質に異方性はないものとする。

図 1 に示す直方体形状 (長さ d [m]、幅 w [m]、厚み t [m]) の固体物質中に、自由電子 (以降、単に電子と呼ぶ) が密度 n [m⁻³] で存在し、電子だけが電流に寄与できるものとする。まず、図 1 の電極 PQ 間(長さ d [m])に電圧 V_0 [V]を加えると、電極 PQ 間に一様な電場が発生する。その大きさは $E_0 = \text{(1)}$ [V/m]である。電子には E_0 により静電気力が働くことで、電子が移動し、電流 I_0 [A]が流れる。 E_0 により電子 1 個に働く静電気力の大きさ F_s [N]は、 e, E_0 を用いて $F_s = \text{(2)}$ と表される。その結果、全自由電子が y 軸負の方向にのみ移動し、その速さが v_n [m/s]の一定値に達したと仮定する(v_n は E_0 によるドリフト速度の大きさ)。この時、物質中の電子には速さに比例した抵抗力 $F_r = \lambda v_n$ [N]が働くと考え、定常状態では $F_s = F_r$ が成り立つので、 e, λ を用いて $v_n = \text{(3)}$ $\cdot E_0 \equiv \mu_n E_0$ と求める (μ_n [m²/V s]は移動度)。ここで、電流の大きさ I_0 は固体断面積を単位時間あたりに通過した電荷量で定義されるので、 e, n, v_n を用いて $I_0 = \text{(4)}$ $\cdot tw$ と表される。また、抵抗 R [Ω]として $V_0 = I_0 R$ という (5) の法則が成立し、導電率 σ [$\Omega^{-1} \text{m}^{-1}$]とすると、 $\sigma = d/(Rtw)$ の関係がある。以上から、 e, n, μ_n を用いて固体物質の σ を求めると $\sigma = \text{(6)}$ となる。

さらに、電流 I_0 が図 1 の固体物質中に流れている状態(y 軸負方向に移動する電子の速さ: v_n)で、 z 軸正の方向に一様な磁束密度 B_0 [T]の磁場を加えた。この時、 B_0 により電子には (7) 力が働く。電子 1 個に働く (7) 力の大きさは e, v_n, B_0 を用いて $F_L = \text{(8)}$ [N]である。もし同じ状況で自由空間を電子が移動している場合には (9) $x/y/z$ 軸 (10) 正/負方向に (7) 力を受けて軌道が曲がるが、平衡状態の固体中においては (9) 軸方向に電荷の偏りが生じる。この結果、固体内の (9) 軸正の方向にも電場が発生する。その大きさを E_H [V/m]とすると、 E_H により電子 1 個に働く静電気力の大きさは $F_H = \text{(11)}$ [N]である。平衡状態では、 E_H による静電気力と B_0 による (7) 力が釣りあうので、 $F_L = F_H$ より、電流 I_0 をもちいて、 $E_H = \text{(12)}$ $\cdot B_0 I_0 / (tw)$ と求まる。

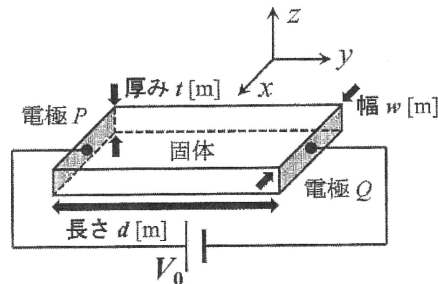


図 1. 直方体形状の固体物質。

2024 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 電子情報通信コース)

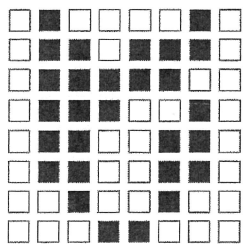
(科目名:専門科目)

2023 年 9 月 9 日(土)

IV(情報)

Fax の圧縮符号として良く用いられているランレングス符号について考える。この符号化方法は連続した文字を、その文字 1 つと連続する数を付与することで圧縮する方法である。この圧縮方法に関して、以下の間に答えなさい。

- (1) 「AAAAABBBBBBBBBBAAACCCCC」をランレングス符号化方法で圧縮して、その結果を表記しなさい。
- (2) ランレングス符号化方法で圧縮した符号「A3B2C5」を元の文字列に戻して表記しなさい。
- (3) 使用する文字が 2 種類しかない場合は、それらが交互に現れるため文字を示す部分を省略して各文字の長さを表す数字だけで表現できる。{A, B}の文字を扱うときにランレングス符号が「1234」である場合の、元の文字列を表記しなさい。ただし、長さは一桁の数字とし、圧縮対象の文字列は 'A' の文字から始まるものとする。
- (4) この(3)において (圧縮対象の文字を省略して 'A' から始まるものとするとき)、もし圧縮対象の文字列の最初の文字が 'B' で始まる場合、このランレングス符号の最初の 2 個の数字がどのようになるか説明しなさい。
- (5) 次の画像を(3)の方式を使ったランレングス符号化方法で圧縮して、その結果を表記しなさい。なお、次の通りとする。i) □は 'A'、■は 'B' として扱う。ii) Fax と同様に左上を基点とし水平方向に走査する。iii) 展開する側も 1 行の文字数が 8 であることを知っており、改行記号は無視して連続した文字として扱う。



2024 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 電子情報通信コース)

(科目名: 専門科目)

2023 年 9 月 9 日(土)

V(通信)

図 1 のように、特性インピーダンス $Z_0[\Omega]$ で損失のない長さ 4 分の 1 波長の伝送線路の終端 B に負荷抵抗 $R_L[\Omega]$ が接続されている。入力端 A から負荷側を見たインピーダンスを $Z_{IN}[\Omega]$ とした時に、以下の問いに答えなさい。

- (1) 終端 B における反射係数 Γ_L を求めなさい。
- (2) 入力端 A から負荷側を見たインピーダンス Z_{IN} が無限大 (オープン) に見えた。この時の負荷抵抗 R_L を求めなさい。
- (3) 図 2 はスミスチャートを示す。伝送線路の特性インピーダンス Z_0 を 50Ω とすると、負荷抵抗 R_L の規格化インピーダンス \hat{Z}_L は $\hat{Z}_L = \frac{R_L}{Z_0} = \frac{R_L}{50} [\Omega]$ で表される。伝送線路の長さが 4 分の 1 波長の場合、入力端 A から負荷側を見た規格化インピーダンス \hat{Z}_{IN} は、スミスチャート中心に対して \hat{Z}_L の点から時計回りに何度回転した点に相当するか、その回転角度を答えなさい。
- (4) (3) において、入力端 A から負荷側を見た規格化インピーダンス \hat{Z}_{IN} を表わす式を答えなさい。
- (5) 負荷抵抗 R_L が 25Ω の時、特性インピーダンス Z_0 を 50Ω として入力端 A から負荷側を見たインピーダンス Z_{IN} を計算しなさい。

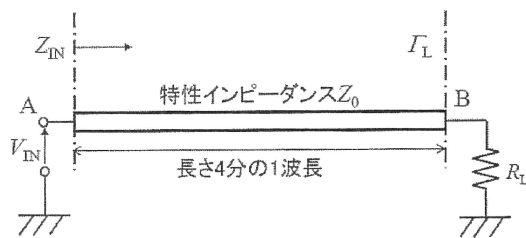


図 1

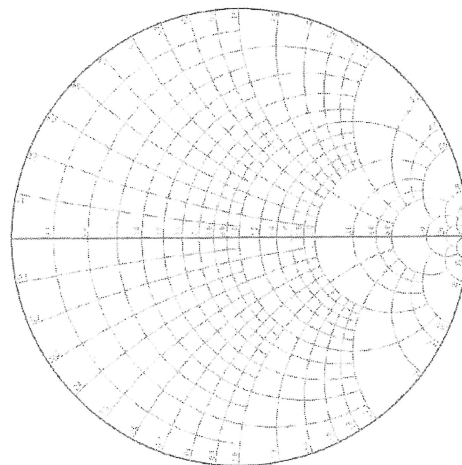


図 2

2024年度 大学院（修士課程）入学試験問題

（先端理工学研究科 機械工学・ロボティクスコース）

2023年9月9日（土）

（科目名：専門科目）

材料力学・機械力学（1/2）

次の大問Ⅰもしくは大問Ⅱのいずれかを選択して答えなさい。

Ⅰ. 材料力学

1. 図1のような自由端（点A）に集中荷重 W を受ける全長が l で、幅が同じ b の矩形断面を持つ点Cを固定した段付片持ちばりがある。AB区間の長さを a 、AB区間とBC区間のはりの中立軸まわりの断面二次モーメントをそれぞれ I_{AB} 、 I_{BC} 、はりの材料のヤング率を E として以下の問いに答えなさい。なお、はりの自重や段部の応力集中等は考慮しないものとする。
- (1) このはりの長さ方向に、点Aを原点とする x 軸をとり、点Aから x の位置におけるはり断面に生じる曲げモーメントの式を求め、曲げモーメント図を描きなさい。
 - (2) x 軸と直角方向下向きに、点Aを原点とする y 軸をとるとき、このはりの段部（点B）の y 方向のたわみを W 、 E 、 I_{BC} 、 l 、 a を用いて表しなさい。
 - (3) I_{BC} が I_{AB} の8倍であるとき、このはりの曲げ応力が、AB区間のはりの点Bの表面で最大となるためのAB区間の長さ a の条件を求めなさい。

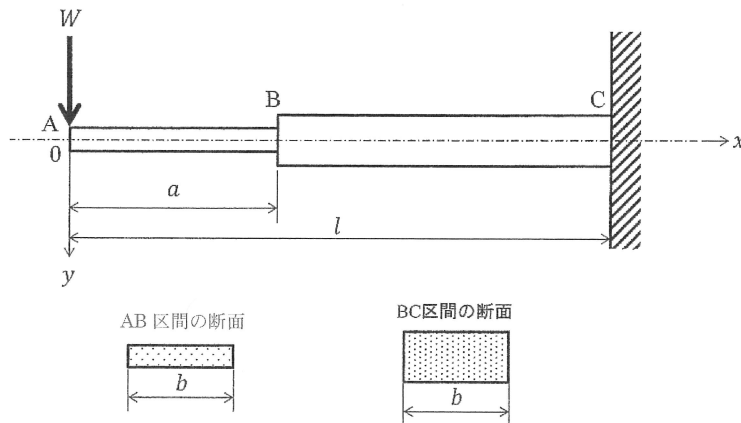


図1

2024 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

(先端理工学研究科 機械工学・ロボティクスコース)

2023 年 9 月 9 日 (土)

(科目名：専門科目)

材料力学・機械力学 (2/2)

II. 機械力学

- 図 1 に、質量 m 、ばね定数 k と $2k$ 、粘性減衰係数 c からなる一自由度系を示す。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、 $x(t)$ はつりあい位置からの振動変位を示す。

 - この系の自由振動の運動方程式を求めなさい。
 - ばね定数 $k = 0.5 \text{ N/cm}$ 、質量 $m = 1 \text{ kg}$ のとき、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) $\omega_n [\text{rad/s}]$ を求めなさい。
 - $c = 2 \text{ N}\cdot\text{s/m}$ のとき、この系は不足減衰、超過減衰 (過減衰)、臨界減衰のいずれであるかを答え、その理由を記述しなさい。

- 図 2 に、ばね定数 k_1 、 k_2 の 2 個のばねで支持された質量 m の剛体を示す。両端から l_1 、 l_2 の位置に重心 G があり、重心 G 回りの慣性モーメントを J とする。また、剛体には重心 G から l_2 の位置に鉛直下向きに加振力 $F\sin\omega t$ が作用している。微小振動を仮定し以下の問いに答えなさい。ただし、 t は時間、 $x(t)$ は重心 G の静止平衡位置からの上下方向の変位、 $\theta(t)$ は静止平衡位置からの回転角度を表す。

 - 重心 G に関する上下方向の並進運動の強制振動の運動方程式、および重心 G 回りの回転運動の強制振動の運動方程式を求めなさい。
 - $k_1 = k_2 = k$ 、および $l_1 = l_2 = l$ のとき、重心 G の上下方向の自由振動の固有角振動数 ω_n 、および重心 G 回りの回転の固有角振動数 ω_θ を求めなさい。

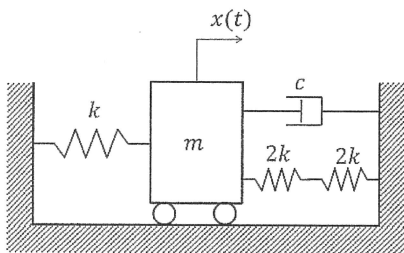


図 1

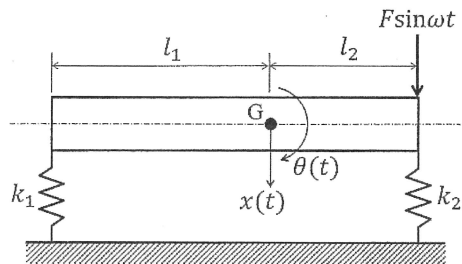


図 2

2024 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

(先端理工学研究科 機械工学・ロボティクスコース)

2023 年 9 月 9 日 (土)

(科目名：専門科目)

熱力学・流体力学 (1/2)

次の大問 I もしくは大問 II のいずれかを選択して答えなさい。

I. 熱力学

1. 図 1 に示す p - V 線図のように、 $1 \rightarrow 2$ および $3 \rightarrow 4$ の断熱過程と $2 \rightarrow 3$ 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。ガスサイクル内部の気体の質量を m [kg]、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) 定積比熱 C_v と定圧比熱 C_p を、比熱比 κ と気体定数 R を用いて示しなさい。
- (2) $1 \sim 4$ の状態において温度が最大および最小となる状態を示しなさい。
- (3) 外部から系に熱が流入する過程と、系から外部に熱を放出する過程を示しなさい。
- (4) 外部から系に流入する熱量 Q_m [J] と、系から外部に熱を放出する熱量 Q_{ou} [J] を、それぞれ求めなさい。
- (5) $1 \sim 4$ の温度を用いて、このガスサイクルの熱効率を示しなさい。
- (6) このサイクルの熱効率を上げるにはどうすれば良いか、理由をつけて答えなさい。

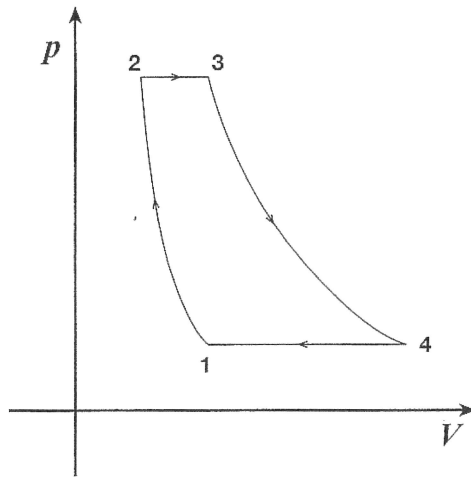


図 1

2024年度 大学院（修士課程）入学試験問題

(先端理工学研究科 機械工学・ロボティクスコース)

2023年9月9日（土）

(科目名：専門科目)

熱力学・流体力学 (2/2)

II. 流体力学

1. 図1に示す管路系から流出する水噴流がある。ただし、タンクは十分大きく、タンクの水面は一定であるとし、タンクの水面と管入口までの高さを H [m]、管径を d [m]、ノズル出口径を d_N [m]、管の平均流速を v [m/s]、管摩擦係数を λ 、管の長さをそれぞれ L_1, L_2, L_3, L_4 [m]、管入口の損失係数を ζ_1 、各エルボの損失係数を ζ_2 、ノズル出口の損失係数を ζ_N 、ノズルからの流出速度を v_N [m/s]、水の密度を ρ [kg/m³]、重力加速度を g [m/s²]とする。次の問いに答えなさい。なお、答えは上記のそれぞれのパラメータを用いて表すこと。
- (1) 各種の損失が全くない場合、図1の噴流の流出速度 v_N を求めなさい。
 - (2) 各種の損失がある場合、全圧力損失を求めなさい。ただし、 v_N はそのまま用いること。
 - (3) 各種の損失がある場合、図1の噴流の流出速度 v_N を求めなさい。

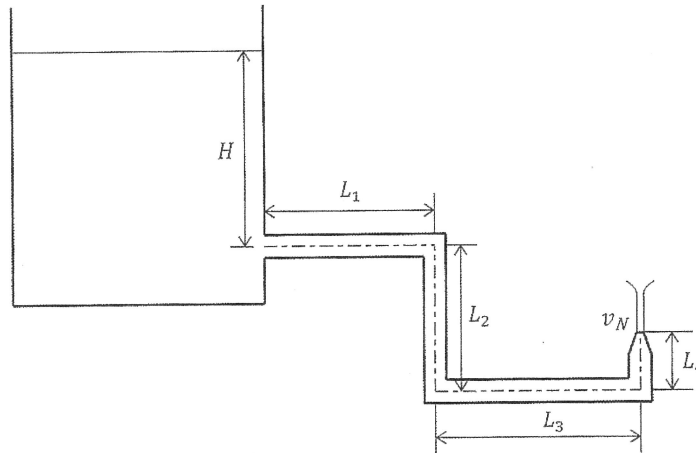


図1

2. 水が内径50 mm、長さ100 mの水平な円管を2 cm/sで流れているときの摩擦圧力損失をレイノルズ数、管摩擦係数を順に求めることから算出しなさい。ただし、水の密度は1000 kg/m³、水の粘度は 1×10^{-3} Pa·sとする。

2024 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

(先端理工学研究科 機械工学・ロボティクスコース)

2023 年 9 月 9 日 (土)

(科目名：専門科目)

制御工学

1. 図1のブロック線図で表される系について、以下の各問いに答えなさい。なお、 $R(s)$ は入力、 $C(s)$ は出力を表す。

- (1) 図1の系の単位ステップ応答の時間関数 $c(t)$ を求めるとともに、十分時間がたったときの $c(t)$ の値を求めなさい。
- (2) 図1の系のボード線図における、ゲイン g [dB] と位相差 ϕ [rad] の式を求めなさい。
- (3) 図1の系のボード線図のゲインは、片対数グラフ上において2つの直線で近似される。その2つの直線の近似式の傾き（単位は [dB/dec]）を求めなさい。

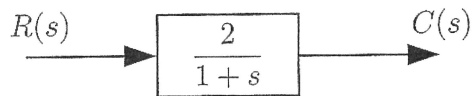


図1

次に、図2に示す制御系について以下の各問いに答えなさい。 K_1, K_2 は定数である。

- (4) 図2の系の伝達関数 $\frac{C(s)}{R(s)}$ を求めなさい。
- (5) 図2の系の単位ステップ応答の最終値を1とするための、定数 K_2 の値を求めなさい。

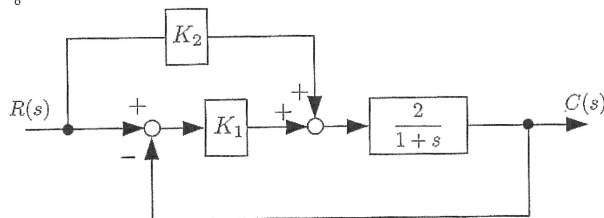


図2

参考

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

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

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

2024年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 応用化学コース)

(科目名:専門科目)

2023年9月9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、必ず解答する問題番号を記入した上で、解答しなさい。

問題1 [無機・無機材料系1]

- (1) 水素分子(H_2)の分子軌道のエネルギー準位図と最も安定な電子配置を描きなさい。なお、それぞれの分子軌道の名称も記すこと。
- (2) 分子軌道の考えに基づいてヘリウムが単原子分子として存在し、 He_2 という分子をつくらない理由を説明しなさい。
- (3) 第一周期から第七周期までの元素の周期表(第18族を除く)において、「電気陰性度」の最も高い元素が何か答えなさい。また、「電気陰性度」の中で最もよく使われるポーリングの表において、第18族のデータがない理由を「電気陰性度」の定義を用いて答えなさい。
- (4) HSAB 則 (Hard and Soft Acids and Bases rule) における「硬い酸」と「軟らかい酸」について、それぞれの特徴を簡単に説明しなさい。また、次の7種の金属イオンを「硬い酸」と「軟らかい酸」に分類しなさい。



- (5) 次の「金属錯体」の定義についての文章の空欄に当てはまる最も適当な語句・元素記号を入れなさい。

金属錯体は、一般的に中心に (A) イオンがあり、それを取り囲むように (B) 電子対を持つドナー原子を含む (C) が一定の数・一定の配置で存在する化合物である。金属錯体は、正八面体6配位構造、正四面体4配位構造、平面4配位構造をとるものが多いが、この3つの中で基本であり最も一般的なのは (D) 構造である。(A) イオンは電子受容体であるルイス (E) であり、(C) は電子供与体であるルイス (F) である。(A) イオンと (C) との間の結合は配位結合であり、イオン結合性を帯びた共有結合として取り扱うことができる。

A		B		C		D	
E		F					

得点

2024年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 応用化学コース)

(科目名: 専門科目)

2023年9月9日(土)

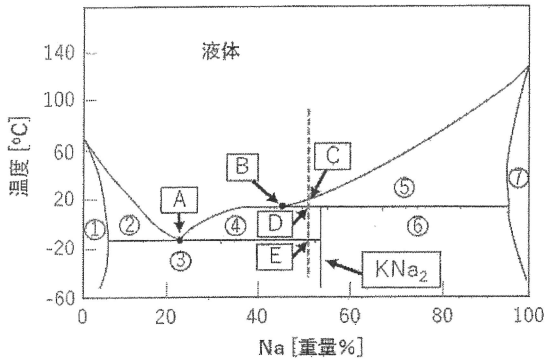
受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題2 [無機・無機材料系2]

I 金属やセラミック原料粉末の成形体を、主に熱エネルギーによって緻密化し、相対密度および微細組織を制御することで多結晶体製品を製造するプロセスを焼結とよぶ。以下の問いに答えなさい。

- (1) 焼結の駆動力について100字以内で説明しなさい。
- (2) 焼結しやすい粉体と焼結しにくい粉体について、具体的な例を挙げてその理由を150字以内で説明しなさい。

II 下図は2成分(K, Na)系相図を示している。圧力が一定のとき、以下の問いに答えなさい。



- (1) ①～⑦の領域のうち、固相のみから形成される領域をすべて選びなさい。答えは丸囲みの数字で答えなさい。
- (2) ①～⑦の領域うち、 KNa_2 を含む領域をすべて選びなさい。答えは丸囲みの数字で答えなさい。
- (3) アルファベットAおよびBで示される各点の名称を示しなさい。
- (4) アルファベットC、D、Eで示される各点の自由度Fを示しなさい。

得点

2024年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 応用化学コース)

(科目名: 専門科目)

2023年9月9日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題3 [有機・高分子系1]

- I 次の各設問について解答しなさい。
- (1) エチレンの炭素原子の混成軌道は、 sp^3 混成軌道、 sp^2 混成軌道、 sp 混成軌道のいずれであるか、答えなさい。
 - (2) 三フッ化ホウ素とジメチルエーテルから生成する酸塩基錯体について、三フッ化ホウ素はブレンステッド酸・ルイス酸・ブレンステッド塩基・ルイス塩基のいずれに分類されるか、答えなさい。
- II 次の各設問について解答しなさい。
- (1) プロパンのNewman投影式について、ねじれ形配座を描きなさい。
 - (2) アキシアルのプロモシクロヘキサンとエクアトリアルプロモシクロヘキサンの構造を描きなさい。
- III 次の各設問について解答しなさい。
- (1) $(CH_3)_3C^+$ 、 $(CH_3)_2C^+H$ 、 $CH_3C^+H_2$ 、およびメチルカチオンのうち、もっとも安定なカルボカチオンはどれであるか、答えなさい。
 - (2) S_N1 反応と S_N2 反応の違いについて、「カルボカチオン」および「ワルデン反転」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。
- IV 次の各設問について解答しなさい。
- (1) ベンゼンの共鳴構造を、共鳴関係を意味する矢印も含めて描きなさい。
 - (2) フェノールの pK_a とエタノールの pK_a とでは、一般にどちらの方が小さい値を示すか、答えなさい。
- V 次の各設問について解答しなさい。
- (1) 一般に、アルデヒドとアミンとの反応で生成する $C=N$ 構造を何と呼ぶか、カタカナ三文字で答えなさい。
 - (2) グリシンの構造を描きなさい。

得点

得点

2024 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 応用化学コース)

(科目名: 専門科目)

2023 年 9 月 9 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 4 [有機・高分子系 2]

I 単分散で分子量が 20000 と 50000 の 2 種類の高分子があるとする。以下の問いに答えなさい。

- (1) これらを等モルで混合した時の数平均分子量(M_n)と重量平均分子量(M_w)を求めなさい。
- (2) これらを等重量で混合した時の数平均分子量(M_n)と重量平均分子量(M_w)を求めなさい。
- (3) (1) と (2) でそれぞれ混合した試料の分子量分布はどちらが大きいか、理由とともに答えなさい。
- (4) 浸透圧測定により求まる分子量は数平均分子量(M_n)と重量平均分子量(M_w)のどちらか理由とともに答えなさい。
- (5) 光散乱測定により求まる分子量は数平均分子量(M_n)と重量平均分子量(M_w)のどちらか理由とともに答えなさい。

得点

2024年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 応用化学コース)

(科目名: 専門科目)

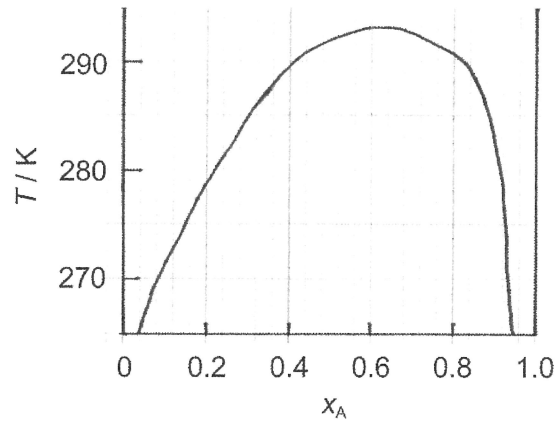
2023年9月9日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題5 [分析・物理化学系1]

I 図1に示すように、物質Aと物質Bの混合物は、1 atmにおいて部分可溶液体としての性質を示す。物質A (分子量 110) 30 g と物質B (分子量 180) 70 g の混合溶液を 280 K で作製したとき、以下の設問に答えなさい。設問(1)～(4)については、有効数字二桁で答えなさい。

- (1) 作製した試料中に含まれる物質Aのモル分率 (x_A) を求めなさい。
- (2) 物質Aに富む相に含まれる物質Aのモル分率 (x_A') を求めなさい。
- (3) 物質Bに富む相に含まれる物質Aのモル分率 (x_A'') を求めなさい。
- (4) 物質Aに富む相に対する物質Bに富む相の存在比を求めなさい。
- (5) 作製した試料を単一相にする最低温度は何Kか、答えなさい。



(図1) 物質Aと物質Bの1 atmにおける温度-組成図。

得点

2024 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 応用化学コース)

(科目名: 専門科目)

2023 年 9 月 9 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 6 [分析・物理化学系 2]

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

プランク定数: $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J s}$, 電気素量: $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, 光速度: $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

I 以下の波長の電磁波について、振動数および光子のエネルギーを求めなさい。

(1) 300 nm (2) 1.5 μm (3) 1.5 \AA

II 以下の原子およびイオンの基底状態の電子配置を書きなさい。

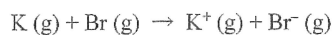
(1) C (2) Al (3) Cl^-

III 多電子原子の通常発光電子スペクトルで、次の項の遷移は許容か禁制かを答えなさい。

(1) $^3\text{D}_2 \rightarrow ^3\text{P}_1$ (2) $^3\text{P}_2 \rightarrow ^1\text{S}_0$

IV カリウムのイオン化エネルギーは 4.34 eV であり、臭素の電子親和力は 3.37 eV である。

次の反応におけるエネルギー変化を eV 単位で求めなさい。



得点

得点