

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)

2024 年 2 月 17 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 次の問いに答えよ。

- (1) I を $[a, b] \subset I$ を満たす开区間とする。 f を I 上で定義された 2 回微分可能な実数値関数で $f'' \geq 0$ が常に成立しているとし, φ を I 上で定義された正の値をとる連続関数で $\int_a^b \varphi(x) dx = 1$ をみたすとする。このとき

$$f\left(\int_a^b x\varphi(x) dx\right) \leq \int_a^b f(x)\varphi(x) dx$$

が成り立つことを示せ。

- (2) 3 つのベクトル $\begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ -2 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 3 \end{pmatrix}$ について, 次の問いに答えよ。

- (a) 3 つのベクトルが一次独立であることを示せ。
(b) 3 つのベクトルから, シュミットの直交化法を用いて正規直交系を作れ。

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)

2024 年 2 月 17 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

A2 $A, B \subset \mathbb{R}^2$ とする。 A の内部 A^i を以下のように定義する。

$$A^i := \{x \in A : \text{ある } \varepsilon > 0 \text{ が存在して } N(x; \varepsilon) \subset A\}$$

ただし, $N(x; \varepsilon) := \{y \in \mathbb{R}^2 : |x - y| < \varepsilon\}$ は ε -近傍を意味する。次の問いに答えよ。

- (1) $B \subset A$ ならば $B^i \subset A^i$ であることを証明せよ。
- (2) A^i は A に含まれる開集合のうちで最大の開集合であることを証明せよ。ただし, 証明に際して開集合の定義を付記すること。

A3 $f : [-\pi, \pi] \ni x \mapsto x^2$ とする。

- (1) f の Fourier 級数展開を求めよ。
- (2) $f(\pi) = \pi^2$ と (1) から,

$$S = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2}$$

を計算せよ。

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)

2024年2月17日(土)

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 水平面から角度 θ ($0 < \theta < \pi/2$) 傾いた滑らかな斜面上の物体の運動を考える。時刻 $t = 0$ において斜面上の点 O から質量 m の物体が、速度に比例する空気抵抗(比例定数 γ)を受けながら斜面を滑り始めた。原点を O , 斜面に沿って下向きを x 軸の正の向きとし、物体は x 軸上を動くとする。時刻 t での物体の位置を $x(t)$, 重力加速度の大きさを g とし、次の問いに答えなさい。

- (1) この物体の運動方程式と初期条件を書きなさい。
- (2) 時刻 $t(> 0)$ での物体の速度を求めなさい。
- (3) 物体の終端速度を求めなさい。

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)

2024 年 2 月 17 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。

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$$

ここで, $\lambda (> 0)$ は定数である。確率変数 X の期待値を $E[X]$ と表す。

- (1) X の母平均 $\mu = E[X]$ を求めなさい。
- (2) 期待値 $E[e^{-2X}]$ を求めなさい。
- (3) 確率 $P\left(X < \frac{1}{\lambda}\right)$ を求めなさい。
- (4) X の母分散 $E[(X - \mu)^2]$ を求めなさい。
- (5) 確率変数 $Y = -X + 4$ の確率密度関数 $g(y)$ 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)

2024 年 2 月 17 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

B3 方程式 $f(x) = 0$ に対するニュートン法は、初期値 x_0 を与えて、漸化式

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

により近似解の列 $\{x_n\}$ を生成していく方法である。 $f(x) = x^2 - 3$, $x_0 = 2$ として次の問いに答えなさい。

- (1) x_1, x_2 を求めなさい。
- (2) $x_n > 0$ ($n = 0, 1, 2, \dots$) であることを示しなさい。
- (3) 次の等式が成り立つ事を示しなさい。

$$x_{n+1} - \sqrt{3} = \frac{(x_n - \sqrt{3})^2}{2x_n} \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

- (4) $x_{n+1} < x_n$ ($n = 0, 1, 2, \dots$) であることを示しなさい。
- (5) $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \sqrt{3}$ となることを示しなさい。

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)

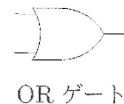
C1 座標平面の n 個の点 $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ の x 座標と y 座標が、それぞれ、配列 x と配列 y の先頭から順に格納されている。このとき、各辺が x 軸、または、 y 軸と平行で、これらの点をすべて内部または辺上に含むような長方形のうち、面積が最小であるものを考え、その面積を求めたい。ただし、 n は 1 以上の整数であり、すべての点が、 x 軸、または、 y 軸と平行な直線に含まれる場合は、面積は 0 と考えるものとする。

- (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) `int` 型の整数 n と、`double` 型を要素とする 2 つの配列 x と y を引数とし、求めたい面積を `double` 型の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 1 ビットの全加算器を作成したい。 A, B を全加算器のビット入力、 C_{in} を桁上がり入力とし、 C_{out} を加算結果の上位ビット (桁上がり) 出力、 S を加算結果の下位ビット出力とする。

X の否定を \bar{X} で、 X と Y の論理積、論理和、排他的論理和を、それぞれ、 $X \cdot Y, X + Y, X \oplus Y$ で表すものとして、問いに答えなさい。

- (1) A, B, C_{in} を入力、 C_{out}, S を出力とする真理値表を書きなさい。
- (2) S の値を A, B, C_{in} を論理変数とする加法標準形の論理式で表しなさい。
- (3) (2) の論理式が $(A \oplus B) \oplus C_{in}$ という論理式と等価であることを示しなさい。
- (4) 入力 A, B, C_{in} に対する S の値を出力する論理回路を NOT, AND, OR の 3 種の論理ゲートのみを組み合わせて作成しなさい。ただし、論理ゲートの記号としては以下のものを用いなさい。



以上

先端理工学研究科 数理・情報科学コース 解答用紙

問題記号

-

受験番号		氏名	
------	--	----	--

裏面使用 — あり・なし

採点	
----	--

先端理工学研究科 数理・情報科学コース 解答用紙

問題記号

-

受験番号		氏名	
------	--	----	--

裏面使用 — あり・なし

採点	
----	--

先端理工学研究科 数理・情報科学コース 解答用紙

問題記号

-

受験番号		氏名	
------	--	----	--

裏面使用 — あり・なし

採点	
----	--

下書き・計算用紙(採点の対象にはなりません)

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）

2024年2月17日（土）

（科目名：専門科目）

専門科目は以下の通り選択して、合計3問をそれぞれ別の答案用紙に記入してください。

- 1：材料力学・機械力学のうち、どちらかを解答（IかIIを解答用紙に記入）
- 2：熱力学・流体工学のうち、どちらかを解答（IかIIを解答用紙に記入）
- 3：制御工学 > 必答（Iを解答用紙に記入）

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)

2024 年 2 月 17 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 のように、直径 d 、長さ l の丸棒 1 と直径 $2d$ 、長さ $l/2$ の丸棒 2 を接合し、両端を固定した。接合部に、中心軸周りのトルク T を掛けるものとして、以下の問いに答えなさい。なお、両丸棒の材料は同じで、せん断弾性係数を G とし、円周率は π とする。

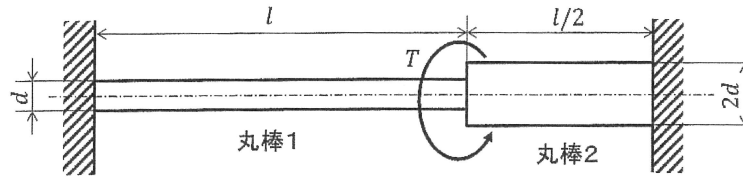


図 1

- (1) 丸棒 1 に発生するトルクを T_1 として、接合部における丸棒 1 のねじれ角 ϕ_1 を、 T_1 、 G 、 l 、 d を用いて表しなさい。また、丸棒 2 に発生するトルクを T_2 として、接合部における丸棒 2 のねじれ角 ϕ_2 を、 T_2 、 G 、 l 、 d を用いて表しなさい。
- (2) 中心軸周りのトルクのつり合いと丸棒 1 と丸棒 2 の接合部は連続であることから、丸棒 1 と丸棒 2 に発生するトルク T_1 、 T_2 を、接合部に与えたトルク T を用いて表しなさい。
- (3) 丸棒 1、丸棒 2 に発生する最大せん断応力 τ_1 、 τ_2 の比 τ_1/τ_2 を求めなさい。

2024 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

(先端理工学研究科 機械工学・ロボティクスコース)

2024 年 2 月 17 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 に示すように、質量を無視できる長さ l の棒の先端に質量 m をつけた振り子があり、その振り子の支点 O から距離 $l/2$ の位置に、ばね定数 k のばねがつけられている。振り子が鉛直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、重力加速度を g とする。
 - 支点 O 回りの振り子の慣性モーメント J を求めなさい。
 - 微小振動を仮定し、支点 O 回りの振り子の自由振動の運動方程式を求めなさい。
 - 微小振動をしているときの振り子の固有角振動数 ω_n を m, k, l, g で表示しなさい。
- 図 2 に示すように、質量 m とばね定数 k からなる二自由度系において、下側の質量に加振力 $F \cos \omega t$ が作用している。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、 $x_1(t), x_2(t)$ は釣り合い位置からの変位、 F は加振力の振幅、 ω は加振力の角振動数である。
 - この系の強制振動の運動方程式を記述しなさい。
 - 運動方程式の定常解を $x_1(t) = X_1 \cos \omega t, x_2(t) = X_2 \cos \omega t$ とするとき、 X_1 と X_2 を m, k, F を使用して表しなさい。

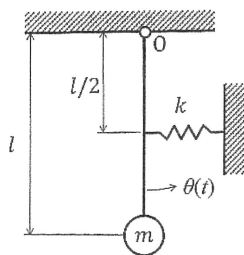


図 1

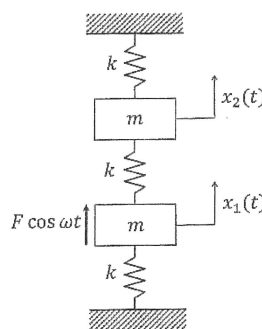


図 2

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)

2024 年 2 月 17 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 に示す温度 T_H [K] の高温熱源から熱 Q_H [kJ] を得て、温度 T_M [K] の中間熱源に熱量 Q_M [kJ] を排出し、仕事 W_A [kJ] を行うカルノー機関 E_A と、温度 T_M [K] の中間熱源から熱 Q_M [kJ] を得て、温度 T_L [K] の低温熱源に熱量 Q_L [kJ] を排出し、仕事 W_B [kJ] を行うカルノー機関 E_B がある。それぞれの熱源の温度の間に $T_L < T_M < T_H$ が成り立つとき、以下の問いに答えなさい。

- (1) 2つのカルノー機関 E_A と E_B の熱効率をそれぞれ T_H, T_M, T_L を用いて表しなさい。
- (2) $T_H = 900$ K, $T_M = 600$ K, $T_L = 300$ K, $Q_H = 300$ kJ のとき, Q_M, Q_L, W_A, W_B を求めなさい。
- (3) 2つのカルノー機関の熱効率の和が最大となる中間熱源の温度 T_M を求めなさい。

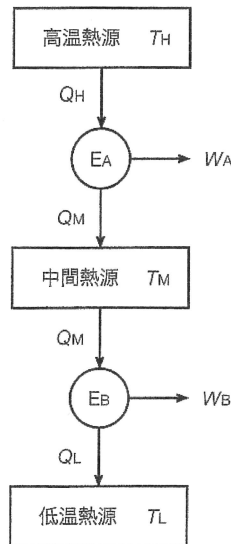


図 1

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)

2024 年 2 月 17 日 (土)

(科目名：専門科目)

熱力学・流体力学 (2/2)

II. 流体力学

- 図 1 に示すようにタンクにそれぞれ内径が d_1, d_2 [m] の管がタンクの水面から H [m] 下に接続されており、タンクの水が大気に向かって流出しているものとして、以下の問いに答えなさい。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、管摩擦係数を λ 、管の長さをそれぞれ L_1, L_2 [m]、管入口の損失係数を ζ_1 、拡大管の損失係数を ζ_2 、水の密度を ρ [kg/m³]、重力加速度を g [m/s²] とする。
 - 損失が全くない場合の出口での流出速度 v [m/s] を求めなさい。
 - 管の入口損失、拡大管損失、管摩擦損失がある場合の出口での流出速度 v [m/s] を求めなさい。

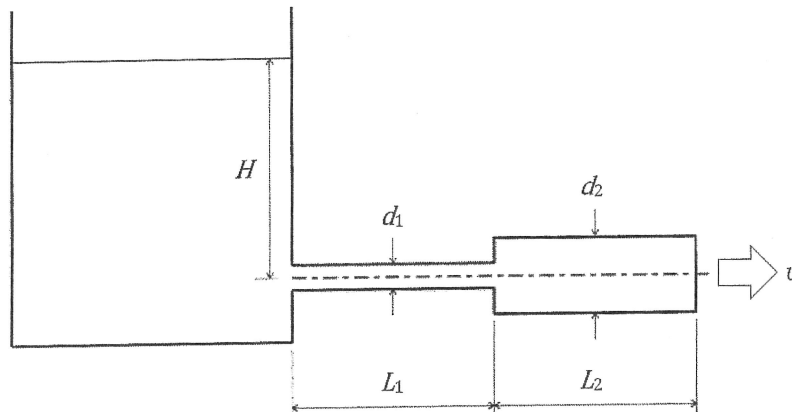


図 1

- 内径 40 cm、長さ 10 m の水平な円管を水が 20 m/s で流れているときの摩擦圧力損失が 98 Pa であった。このときの損失ヘッドと管摩擦係数 λ を求めなさい。ただし、水の密度は 1000 kg/m³、重力加速度は 9.8 m/s² 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)

2024年2月17日（土）

(科目名：専門科目)

制御工学

1. 抵抗 $R[\Omega]$ とコンデンサ $C[F]$ を直列につないだ電気回路に入力電圧 $v_i(t)[V]$ を加えたとき、コンデンサの端子間電圧を出力電圧とする $v_o(t)[V]$ には次の微分方程式が成り立つ。

$$RC \frac{dv_o(t)}{dt} + v_o(t) = v_i(t)$$

このとき、以下の問いに答えなさい。

- ラプラス変換を $\mathcal{L}[v_i(t)] = V_i(s)$ ならびに $\mathcal{L}[v_o(t)] = V_o(s)$ として、伝達関数 $G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)}$ を求めなさい。ただし、出力電圧の初期値 $v_o(0) = 0$ とする。
- $v_i(t)$ に単位ステップ入力を印加したとき、 $v_o(t)$ の応答を表す式を求めなさい。
- $G(j\omega)$ についてボード線図のゲイン曲線を描くとき、縦軸には $20 \log_{10}|G(j\omega)|$ を用いる。 $|G(j\omega)|$ を表す式を求めなさい。
- $G(j\omega)$ についてボード線図の位相曲線を描くとき、その形として最も正しいと思われるものを図1の(a)~(d)の中から選びなさい。

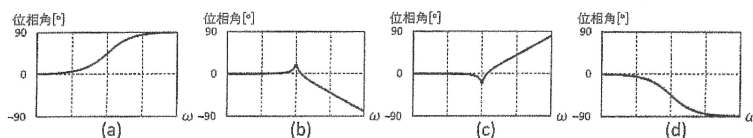


図1

2. 図2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。

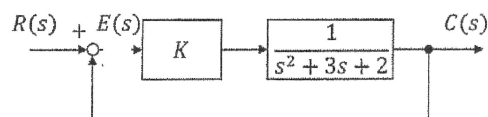


図2

- 一巡伝達関数を求めなさい。
- 偏差 $E(s)$ を、 $C(s)$ を用いない式で表しなさい。
- 目標値 $R(s) = 1/s$ で与えたときの定常偏差 e を、 K を用いた式で表しなさい。なお、定常偏差 e は $e = \lim_{s \rightarrow 0} sE(s)$ で求められる。

2024 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(先端理工学研究科 応用化学コース)

(科目名: 専門科目)

2024 年 2 月 17 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]

I 空欄に入る最も適切な語句、記号及び数字を入れなさい。

(1) 2 種の原子からなる化合物 AB の単位格子は、4 個の A 原子を $(0, 0, 0)$ 、 $(1/2, 1/2, 0)$ 、 $(1/2, 0, 1/2)$ 、 $(0, 1/2, 1/2)$ に、4 個の B 原子を $(1/2, 1/2, 1/2)$ 、 $(0, 0, 1/2)$ 、 $(0, 1/2, 0)$ 、 $(1/2, 0, 0)$ にそれぞれ 1 個ずつ持つ。この結晶構造の空間群の $[111]$ 軸方向において、最も適切な対称要素は、(1) であり、その空間群は、(2) である。このような結晶構造を (3) 構造という。

(1)	(2)	(3)
-----	-----	-----

(2) SnO_2 の格子パラメーターは、 $a=b \neq c$ 、 $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ である。このとき、Sn に O が (1) 配位した 8 面体がそれぞれ (2) を共有して連なった結晶構造であり、2 種類の連なった 8 面体が、それぞれ (3) を共有している。別の角度から見ると、O は、歪んだ立方最密充填構造を示し、Sn は、その 8 面体サイトの半分を占めている。このような結晶構造を (4) 構造という。この結晶構造の空間群の最初のブラベー格子は、(5) である。単位格子中に、Sn は、(6) 個、O は、(7) 個の原子を含有している。

(1)	(2)	(3)	(4)
(5)	(6)	(7)	

II 日本で古来より作製されている刀は、鉄に炭素が侵入型で固溶した炭素鋼でできており、表面が硬く内部が柔らかい性質のため折れにくい構造をしている。この構造を実現するために焼き入れプロセスが重要になる。この焼き入れにより、表面が硬く内部が柔らかくなる理由について、150 字以内で説明しなさい。

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)

2024年2月17日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題2 [無機・無機材料系2]

物質 A は $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ では液体で、その蒸気圧は 600 hPa (ヘクトパスカル) である。物質 B も $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ では液体で、その蒸気圧は 300 hPa である。物質 B 1.00 mol を物質 A 3.00 mol に溶かした溶液を密閉容器に入れ、 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ で保つと気液平衡に達した。この溶液が理想溶液と見なせるとして、次の量をそれぞれ有効数字 2 桁で求めなさい。なお、理想溶液とは蒸気圧がラウールの法則 (蒸気圧はモル分率に比例する) に従う溶液である。

(a) 容器中の全蒸気圧

(b) 容器中の蒸気の組成 (蒸気中の物質 A と物質 B のモル分率)

(c) 蒸気を集めて密閉容器に入れて凝縮させ、再び気液平衡に達したときの蒸気中の物質 B のモル分率

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)

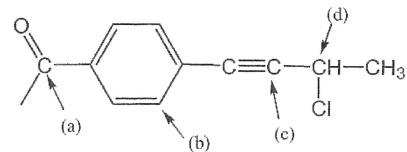
2024年2月17日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題3 [有機・高分子系1]

I 次の問いに答えなさい。

- (1) 右の分子構造中の炭素原子(a)~(d)の混成軌道として適切なものを、選択肢①~③からそれぞれ一つずつ選び、その記号を書きなさい。

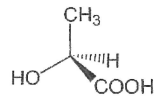


選択肢: ① sp 混成軌道 ② sp^2 混成軌道 ③ sp^3 混成軌道

- (2) 次の名称に相当する分子の構造をそれぞれ書きなさい。

(a) 2-クロロ-2-メチルヘキサン (b) 4-tert-ブチルシクロヘキサノン (c) 4-ブロモ-1,2-ジメチルベンゼン

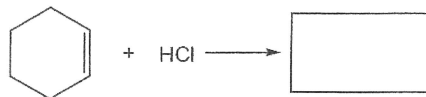
- (3) 次の乳酸分子の不斉炭素原子について、 R, S 配置を決定しなさい。また、この分子の鏡像異性体の分子構造を書きなさい。



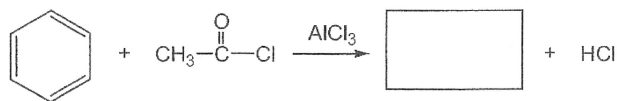
II 酢酸 (酸解離定数 $K_a = 1.75 \times 10^{-5}$) と、トリフルオロ酢酸 ($K_a = 0.59$) の酸性度の違いについて、「酸解離平衡」、「電気陰性度」、「カルボキシラートイオン」の言葉をそれぞれ用いながら 150 字程度で説明しなさい。

III 次の(a)~(c)の各反応式において、空所に入る分子構造を、それぞれ書きなさい。

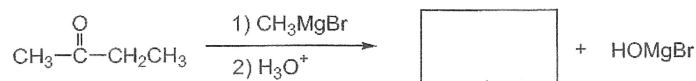
(a) 付加反応



(b) Friedel-Craftsアシル化



(c) Grignard 試薬の付加



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)

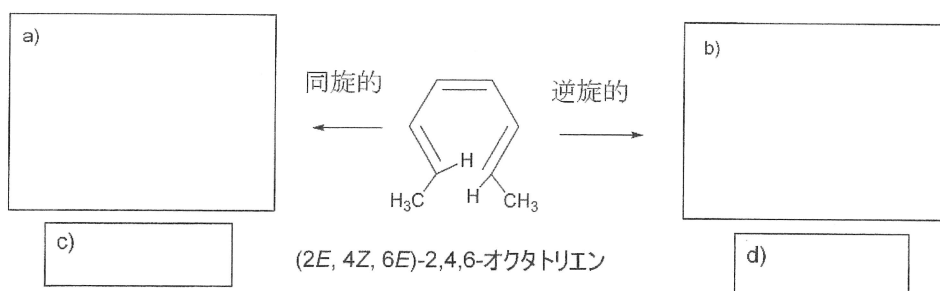
(科目名: 専門科目)

2024年2月17日(土)

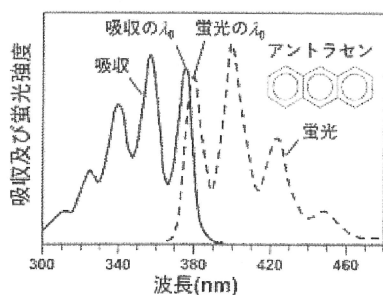
受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題4 [有機・高分子系2]

I (2Z, 4Z, 6Z)-2,4,6-オクタトリエンの同旋的環化と逆旋的環化で得られる生成物の構造を a, b に書きなさい。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 $---$ などを用いて明示しなさい。その分子構造の下に、光で進行するか熱で進行するかを c, d に記入しなさい。



II 次の図は、アントラセンの吸収と蛍光発光スペクトルである。吸収スペクトルと、蛍光発光スペクトルには、振動構造と呼ばれるギザギザの構造が見えるとともに、吸収と発光スペクトルでは、これらが対称になっている。この理由を、基底状態と励起状態の振動レベルを付記したエネルギー順位図(縦軸にエネルギー、横軸に原子間距離を書いたもの)を用いて説明しなさい。



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)

2024年2月17日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題5 [分析・物理化学系1]

次の問いⅠ～Ⅲに答えなさい。

Ⅰ 次の①～⑨に示す物理量のうち、状態量(状態関数)であるものを全て選びなさい。

- | | | |
|----------|----------------|--------------|
| ① 圧力 P | ② エンタルピー H | ③ エントロピー S |
| ④ 温度 T | ⑤ ギブズエネルギー G | ⑥ 仕事 W |
| ⑦ 体積 V | ⑧ 内部エネルギー U | ⑨ 熱 Q |

Ⅱ 完全気体を一定圧力のもとで温度範囲 T_1 から T_2 に加熱した場合と、一定体積のもとで同じ温度範囲にわたって加熱した場合とを比較した場合、加熱前後におけるエントロピー変化 ΔS が大きくなるのはどちらか。なお、この温度範囲での完全気体の定圧モル熱容量を C_p 、定積モル熱容量を C_v とし、それぞれの過程における ΔS を求める式を記述した上で論じなさい。

Ⅲ 大気圧下 ($1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) における液体のヘキサン(分子式 C_6H_{14}) のモル体積は $56 \text{ cm}^3/\text{mol}$ で沸点は $69 \text{ }^\circ\text{C}$ 、蒸発熱(1 mol の液体をすべて気体にするのに必要な熱量)は 29 kJ/mol である。沸点でヘキサン 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 、③体積変化により外界に対してなされる仕事 W 、④内部エネルギー変化 ΔU 、および ⑤ギブズエネルギー変化 ΔG をそれぞれ有効数字2桁で求めなさい。ただし、ヘキサン蒸気は完全気体としてふるまうものとし、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。

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)

2024 年 2 月 17 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 6 [分析・物理化学系 2]

- I 質量パーセント濃度が 70.0 wt%、密度が 1.41 g cm^{-3} の濃硝酸のモル濃度 $[\text{mol dm}^{-3}]$ を求めなさい。なお、硝酸 (HNO_3) のモル質量を 63.0 g mol^{-1} とする。計算過程も必ず書くこと。
- II 塩化鉛 (PbCl_2) の純水 (30°C) への溶解度は $0.040 \text{ mol dm}^{-3}$ である。以下の問 (1) および (2) に答えなさい。
(1) PbCl_2 の溶解平衡の反応式および電気的中性の関係式をそれぞれ書きなさい。なお、溶解平衡状態のときの Pb^{2+} および Cl^- のモル濃度は、それぞれ $[\text{Pb}^{2+}]$ および $[\text{Cl}^-]$ と書き表すこと。
(2) PbCl_2 の溶解度積 K_{sp} の値 (30°C のとき) を求めなさい。計算過程も必ず書くこと。
- III 酢酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定するとき、終点を判定するために酸塩基指示薬を用いる。メチルオレンジとフェノールフタレインのうち、この滴定に相応しい指示薬はどちらか答えなさい。また、それを選んだ理由を 70 字程度で述べなさい。

得点