

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)

2021年9月11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)

以下の英文は"US Scientists Announce First Successful Clone of Endangered Animal"と題した記事で、5つのパラグラフから構成されている。この英文に関する下記の間に、原文に則して日本語で答えなさい(直訳でなくてよいが、原文の内容を十分に踏まえて書くこと)。なお、問題の番号を適宜示して解答すること。

【引用部分は削除しています】

(Science in the News, Voice of America Special English 2021年2月24日の放送原稿より抜粋)

- (1) クロアシイタチのクローンはどのようにして作られたか、第1パラグラフに即して答えなさい。
- (2) ここでのクローン技術の利用目的は何か、第2パラグラフに即して答えなさい。
- (3) クロアシイタチが絶滅したと考えられていたのはどのような理由からか、第3パラグラフに即して答えなさい。
- (4) クロアシイタチの遺伝的多様性の欠如とはどのような問題であり、どのような影響を及ぼすと考えられているか、第4パラグラフに即して答えなさい。
- (5) 将来、クローン動物が生き残るためには、どのようなことが期待されているか、第5パラグラフに即して答えなさい。

2022年度 大学院(修士課程)入学試験問題

(理工学研究科 電子情報学専攻)

2021年9月11日(土)

(科目名: 英語)

II (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】

(Science Articles from Time for Kids, Space Junk (October 16, 2020) より)

- (1) 下線部 (1) space junk にはどのようなものがあるかを、日本語で簡潔に説明しなさい。
- (2) 下線部 (2) を日本語に訳しなさい。
- (3) 空欄 (3) 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. above b. after c. against d. at
- (4) 下線部 (4) について、そのように言える理由を日本語で説明しなさい。
- (5) 下線部 (5) について、宇宙ゴミの問題を解決するための具体的な手段・方法と課題を、日本語で簡潔に説明しなさい。

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)

2021 年 9 月 11 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)

次の定積分を求めなさい。

ただし、 $D = \{(x, y) \mid x^2 + y^2 \leq 1\}$ 、 $S = \{(x, y, z) \mid x^2 + y^2 + z^2 \leq 1\}$ とする。

(1) $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$

(2) $\iint_D \frac{dx dy}{1+x^2+y^2}$

(3) $\iiint_S \frac{dx dy dz}{\sqrt{x^2+y^2+(z-a)^2}} \quad (a > 0)$

II (数学)

$A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 2 & -2 & 1 \\ a & 1 & 2 \end{pmatrix}$ とする。次の問いに答えなさい。ただし a は実数である。

(1) A が逆行列を持つための条件と、そのときの A の逆行列を求めなさい。

(2) A が逆行列を持たないとき、 A の階数を求めなさい。

(3) $Ax = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ を満たすベクトル $x = \begin{pmatrix} p \\ q \\ r \end{pmatrix}$ をすべて求めなさい。

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)

2021 年 9 月 11 日(土)

III (電気回路)

図 1, 2 のような回路がある。以下の問いに答えなさい。
ただし、 Z_{AB} , Z_{CD} , Z_1 , Z_2 , Z_3 , E , I_R は、ベクトル表示とする。

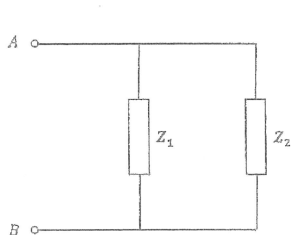


図 1 並列回路

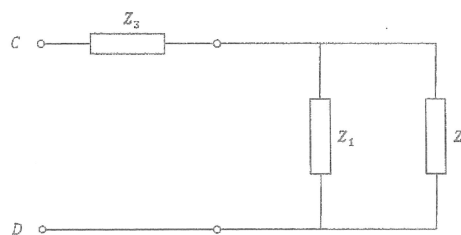


図 2 直並列回路

- (1) 図 1 の端子 AB 間の合成インピーダンス Z_{AB} を求めなさい。
- (2) 図 2 の端子 CD 間の合成インピーダンス Z_{CD} を求めなさい。
- (3) 図 2 の Z_1 はキャパシタンス C 、 Z_2 は抵抗 R 、 Z_3 はインダクタンス L であるとする。合成インピーダンス Z_{CD} を求めなさい。ただし角周波数 ω とする。
- (4) 端子 CD 間に交流電圧 E を印加したとする。抵抗 R を流れる電流 I_R を求めなさい。 C , R , L を用いて解答すること。
- (5) 問(4)の抵抗 R を可変抵抗 R_V につなぎ変えた。流れる電流 I_R が、 R_V の大きさの変化にかかわらず一定であったとする。この時の角周波数 ω の条件を示しなさい。

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)

2021 年 9 月 11 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)

バネ定数 k のバネに、半径 r で質量 m の円板をつなぎ、バネの伸び D まで引っ張って、時刻 $t = 0$ に、そっと離す。円板の質量は中心に集中していて、円板の中心は単振動する。座標の原点 O を、バネが自然長のときの円板の中心にとる。

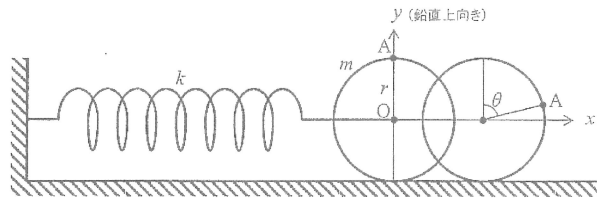
(1) 円板の中心の x 座標と y 座標を、 t の式で書きなさい。

円板は回転できるようになっており、円板の下端は床面に接しており、滑らずに回転する。バネが自然長のときの円板の上端の点 A について、次の間に答えなさい。

(2) 点 A の回転角 θ を、 t の式で書きなさい。

(3) 点 A の座標 (x, y) を、 t の式で書きなさい。

(4) 点 A の速度 (v_x, v_y) を、 t の式で書きなさい。



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)

2021年9月11日(土)

Ⅱ (電磁気学)

金属中の自由電子 (質量 m [kg]、電荷 $-e$ [C]、ドリフト速度 \vec{v}_d [m/s]、単位体積あたりの自由電子の個数 n [m^{-3}]、緩和時間 τ [s]、電場 \vec{E} [V/m]) の運動方程式が次のように書ける時、次の問いに答えなさい。

$$m \frac{d\vec{v}_d}{dt} = -e\vec{E} - \frac{m}{\tau} \vec{v}_d$$

- (1) 金属に直流電流が流れている時、直流電流の電流密度 \vec{j} [A/ m^2]を \vec{v}_d と n を用いて表しなさい。
- (2) 直流電流が流れている定常状態の場合、上記の運動方程式が左辺=右辺=0になることを考慮して \vec{v}_d を \vec{E} を用いて表しなさい。
- (3) オームの法則を \vec{j} と \vec{E} と伝導率 σ [1/ Ωm]で表しなさい。
- (4) σ を τ を用いて表しなさい。

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)

2021 年 9 月 11 日 (土)

Ⅲ (電子工学)

${}_{14}\text{Si}$ (元素記号: 左下の数字の添え字は原子番号を意味し, 省略可) の単結晶に極微量の不純物を注入することで, Si の半導体としての性質が変化する。以下の文章中の(1)~(16)の空欄を, 適切な文字, 数式, 数字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。また, Si の誘電率は, $\epsilon = 11.9 \epsilon_0 \approx 1.0 \times 10^{-10} [\text{F/m}]$ であり, 含まれる不純物の全てが活性化されて, キャリアの供給に寄与しているものとする。

${}_{15}\text{P}$ (元素の日本語名: (1)) を不純物として微量に含む Si は, 多数キャリアが (2) の (3) p/n 型半導体である。ここで, P を $N_p = 10^{14} [\text{cm}^{-3}]$ の濃度でドーブした Si 基板を用意し, リソグラフィ技術によって面積 $S = 0.3 [\text{mm}^2]$ となる円内の領域に対し, 基板の表面側から ${}_{5}\text{B}$ (元素の日本語名: (4)) を $N_B = 10^{18} [\text{cm}^{-3}]$ の濃度で注入した。このとき, B の注入領域は注入前の (3) 型半導体から, 注入後は (5) p/n 型半導体へと性質が変化する。この後, B の注入領域の上と基板の裏面側にそれぞれ「電極 U」, 「電極 L」を作製し, 図 1 に示すデバイスを作成させた。このように, (3) 型と (5) 型半導体の主たる接合を1つだけ持つデバイスは, カタカナ表記で (6) と呼ばれる。また, 基板の (3) 型領域と B を注入した (5) 型領域の接合部には, 両者の間に拡散電位 (内蔵電位とも呼ばれる) ϕ_d [V] が発生する。 ϕ_d により接合部に電界が生じるため, 熱平衡状態において, 接合界面にはキャリアが存在しない (7) 層と呼ばれる領域ができる (その領域では不純物イオンが露出する)。ここで, それぞれ p, n 半導体領域における不純物濃度は深さ方向にも均一で, 階段接合になっている (デバイス接合部で p, n 領域が明瞭に分かれている) と仮定する。このとき, (7) 層の厚み: d は, 接合界面を境目として, P だけがドーブされた基板領域の (7) 層の厚み: w_p と, B の注入領域での (7) 層の厚み: w_B とに分けられる。つまり, $d =$ (8) という関係式 (I) が成り立つ。一方, (7) 層全体では総電荷量がゼロになるため, w_p, w_B, N_p, N_B を用いて, (9) という関係式 (II) も成り立つ。この (I), (II) の2式より w_p を消すことで, $w_B =$ (10) $\cdot d$ と求まる。故に, このデバイスでは濃度の (11) 高い/低い (12) p/n 型半導体側にだけに (7) 層が形成されていると考えて良い。続いて, 電極 U に直流電源の陰極, 電極 L に陽極を接続し, 電圧: $V_{\text{bias}} (> 0)$ を印加した。この時, 電圧が (13) 順/逆方向のため, このデバイスには電流が (14) 良く流れる/あまり流れない。この状態で, 電極 U および電極 L 間の容量: C を V_{bias} を変化させて測定したところ, 図 2 の関係性が得られた。図 2 から, 理想的な状況において, d の値は (15) [μm], ϕ_d の値は (16) [V] と求まる。
※ (15) を求める際には, 平行平板モデルの容量の理論式: $C = \epsilon S/d$ を用いること。

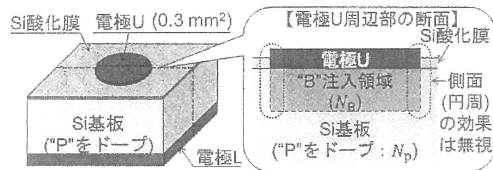


図 1 完成したデバイスの模式図 (“B”の注入エリアは濃度が均一で, 注入深さはデバイス動作にとって十分な値とする)。

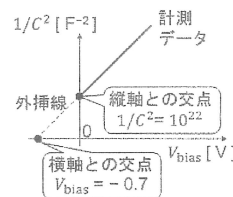


図 2 C と V_{bias} の関係性。

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)

2021年9月11日(土)

IV (コンピュータサイエンス)

サイコロ投げを考える。出たサイコロの目の数を表す確率変数を X とし、出たサイコロの目が奇数 (odd) か偶数 (even) かを表す確率変数を Y とする。ここに、 $X \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ であり、 $Y \in \{\text{odd}, \text{even}\}$ である。各サイコロの目 $i \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ に対して、 X が i となる確率 $P(X = i)$ を、

$$P(X = i) = p_i$$

とする。ただし、

$$0 < p_i < 1 \quad (i = 1, \dots, 6), \quad \sum_{i=1}^6 p_i = 1$$

である。次の問いに答えなさい。

- (1) X のエントロピー (平均情報量) $H(X)$ を、 p_i ($i = 1, \dots, 6$) を用いて表しなさい。
- (2) Y に対する X の条件付きエントロピー $H(X|Y)$ を、 p_i ($i = 1, \dots, 6$) を用いて表しなさい。
- (3) X と Y の相互情報量 $I(X; Y)$ を、 p_i ($i = 1, \dots, 6$) を用いて表しなさい。
- (4) $I(X; Y)$ が最大となるときの p_i ($i = 1, \dots, 6$) の条件を求めなさい。

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)

2021 年 9 月 11 日(土)

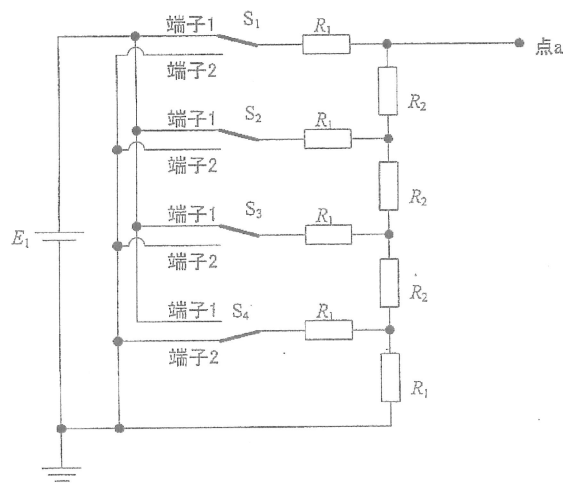
(科目名: 専門Ⅱ)

V (コンピュータ工学)

(1) 負の整数-20 を、下記の指示に従って表現しなさい。

- (a) 8 ビットの 2 進数に対する 1 の補数表現
- (b) 16 ビットの 2 進数に対する 1 の補数表現
- (c) 8 ビットの 2 進数に対する 2 の補数表現
- (d) 16 ビットの 2 進数に対する 2 の補数表現

(2) 電源電圧 $E_1 = 5V$ のマイコンを用いて、図のような回路を組み、 $R_1 = 2k\Omega$, $R_2 = 1k\Omega$ のラダー抵抗を制御した。S1、S2、S3 を HIGH に、S4 を LOW に設定したときの、点 a の電圧 (GND に対する電位) を求めなさい。



2022 年度 大学院(修士課程)入学試験問題

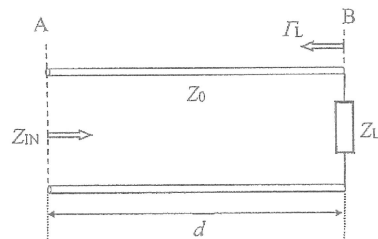
(理工学研究科 電子情報学専攻)

(科目名: 専門Ⅱ)

2021 年 9 月 11 日(土)

VI (高周波回路と伝送路)

下図に示すような損失のない分布定数線路の終端 B に負荷インピーダンス Z_L が接続されている。伝送線路の特性インピーダンスを Z_0 、終端 B における反射係数を Γ_L とする。負荷から距離 d 離れた点 A において、負荷側を見込んだインピーダンス Z_{IN} は $Z_{IN} = Z_0 \frac{Z_L \cos \beta d + j Z_0 \sin \beta d}{j Z_L \sin \beta d + Z_0 \cos \beta d}$ で求められる。ここで、 β は位相定数である。この無損失線路について、以下の問いに答えなさい。



- (1) 線路の終端 B に純抵抗 R ($Z_L=R$, $R>Z_0$) を接続した時、終端 B での反射係数 Γ_L を求めなさい。
また、その時の線路上の電圧定在波比を求めなさい。
- (2) 線路終端が短絡された ($Z_L=0$) 時、終端 B での反射係数 Γ_L を求めなさい。そのとき、インピーダンス Z_{IN} を Z_{ST} とすると、 Z_{ST} と線路長さ d との関係式を求めなさい。また、 Z_{ST} の虚部 (リアクタンス) と βd の関係をグラフにしなさい。
- (3) 線路終端が開放された ($Z_L=\infty$) 時、終端 B での反射係数 Γ_L を求めなさい。そのとき、インピーダンス Z_{IN} を Z_{OP} とすると、 Z_{OP} と線路長さ d との関係式を求めなさい。また、 Z_{OP} の虚部 (リアクタンス) と βd の関係をグラフにしなさい。

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)

2021年9月11日(土)

Ⅶ (信号処理技術)

誤り訂正・検出符号について、以下の問いに答えなさい。

- (1) 符号長 $n=5$ の 2 元符号である 2 つの符号語 $w_1=(00000)$ 、 $w_2=(10011)$ のハミング距離 $d(w_1, w_2)$ を求めなさい。
- (2) さらに、符号語 $w_3=(11100)$ 、 $w_4=(01111)$ を加えた 4 つの符号語で構成される符号において、最小距離 d_{\min} を求めなさい。
- (3) 符号語 w_1, w_2, w_3, w_4 で構成される前記の符号において、1 重誤り訂正が可能であることを説明しなさい。
- (4) 符号語 w_1, w_2, w_3, w_4 で構成される前記の符号において、2 重誤り検出が可能であることを、最小距離 d_{\min} を用いて説明しなさい。

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)

(科目名:英語)

2021 年 9 月 11 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

I. 学校の工作室の安全マニュアルに関する以下の英文を読み、問1～問6の解答を解答欄1に書きなさい。

【引用部分は削除しています】

(SCHOOL SHOP SAFETY MANUAL より抜粋)

問1 下線部①に入る英単語として最も適切なものを、次の(A)～(E)の中から選び、記号で答えなさい。

- (A) color gradation
- (B) color sympathy
- (C) color consistency
- (D) color monotony
- (E) color contrast

問2 下線部②に入る英単語として最も適切なものを、次の(A)～(E)の中から選び、記号で答えなさい。

- (A) reduce
- (B) generate
- (C) reuse
- (D) increase
- (E) recycle

問3 下線部③を和訳しなさい。

問4 下線部④に入る英単語として最も適切なものを、次の(A)～(E)の中から選び、記号で答えなさい。

- (A) RED
- (B) GREEN
- (C) BLUE
- (D) YELLOW
- (E) WHITE

問5 下線部⑤に入る英単語として最も適切なものを、次の(A)～(E)の中から選び、記号で答えなさい。

- (A) RED
- (B) GREEN
- (C) BLUE
- (D) YELLOW
- (E) WHITE

問6 この英文のタイトルとして最も適切なものを、次の(A)～(E)の中から選び、記号で答えなさい。

- (A) Meals for safety
- (B) Clothing for safety
- (C) Color for safety
- (D) Temperature for safety
- (E) Time for safety

II. Tools and Rules for Precision Measuring に関する以下の英文を読み、下線部①～③を和訳して、解答欄IIに書きなさい。

【引用部分は削除しています】

(THE TOOLS AND RULES FOR PRECISION MEASURING より抜粋)

【参考】 blueprint : 青写真, perfection : 完成, insure : 保証する, dependability : 信頼性,
monochromatic : 単色の, Krypton 86 : クリプトン 86, inspection : 検査, tolerance : 公差

III. Computer and You と題された以下の英文を読み、問1と問2の解答を解答欄IIIに書きなさい。

【引用部分は削除しています】

(Engin. Concepts Curriculum Project : THE MAN MADE WORLD II より抜粋)

【参考】 priest : 僧侶, possessing : 持っている

問1 上記の英文を日本語で要約しなさい。

問2 次の問いに対する自分の考えを英語で述べなさい。

What do you think about the significance of the phrase "understand the computer:" in the article?

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)

2021 年 9 月 11 日 (土)

(科目名：専門 I)

数学

- I. 2 階非同次微分方程式 $\frac{d^2y}{dx^2} + 5\frac{dy}{dx} = 5x^2$ 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 $\frac{d^2y}{dx^2} + 5\frac{dy}{dx} = 0$ の一般解 y_c を求めなさい。
 - (2) 2 階非同次微分方程式 $\frac{d^2y}{dx^2} + 5\frac{dy}{dx} = 5x^2$ の特殊解 $Y(x)$ を $Y(x) = x(Ax^2 + Bx + C)$ として、 $Y(x)$ を求めなさい。
 - (3) 2 階非同次微分方程式 $\frac{d^2y}{dx^2} + 5\frac{dy}{dx} = 5x^2$ の一般解を求めなさい。
- II. 行列 $A = \begin{pmatrix} \cos \frac{\theta}{2} & \sin \frac{\theta}{2} \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$ のとき、以下の問いに答えなさい。
- (1) 行列 A において $\theta = \pi$ のときの行列を A_1 とすると、行列 A_1 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) 行列式 $|A|$ を求めなさい。
 - (3) 行列 A の逆行列 A^{-1} を求めなさい。
 - (4) 行列 A の転置行列 A^T を求めなさい。
 - (5) 行列式 $|A|$ と行列式 $|A^T|$ の関係を示しなさい。
- III. 関数 $f(x) = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$ (定義域: $-1 < x < 1$) について、以下の問いに答えなさい。
- (1) $y = f(x)$ のグラフを描きなさい。
ただし、境界値の計算過程も明記した上に、増減表もあわせて書きなさい。
 - (2) 積分 $\int_{-1}^1 \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} dx$ の値を求めなさい。

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)

2021 年 9 月 11 日 (土)

(科目名：専門 I)

物理

- I. 質量 m の質点 P が, xy 平面上で原点 O を中心とし, 半径 A の円軌道上で等速円運動している。時刻 t における質点 P の座標の x 成分, y 成分はそれぞれ $A\cos\omega t, A\sin\omega t$ である。ただし, ω は角速度であり, 定数である。
- (1) 原点 O のまわりの質点の角運動量 \vec{L} を求めなさい。
 - (2) 質点 P にはたらく向心力 \vec{F} を, \vec{r} を用いて表しなさい。ただし, $\vec{r} = \overrightarrow{OP}$ である。
 - (3) 向心力 \vec{F} により質点 P にはたらく力のモーメント \vec{N} を求めなさい。

- II. 図 1 のように, 半径 a の一様な円板の中心 O から距離 d だけ離れた点に, 円板に対して垂直に水平軸 C を取り付け, 微小振動をさせた。円板の質量を M , 重力加速度の大きさを g として以下の問いに答えなさい。

- (1) この軸 C のまわりの慣性モーメントを求めなさい。円板に垂直で, 円板の中心 O を通り, 軸 C に平行な軸のまわりの慣性モーメントは $\frac{1}{2}Ma^2$ であることを用いてよい。
- (2) 微小振動の周期 T を求めなさい。慣性モーメントが I の剛体振り子の周期は $2\pi\sqrt{\frac{I}{Mgd}}$ であることを用いてよい。
- (3) 周期 T が最小となるときの d を a で表しなさい。

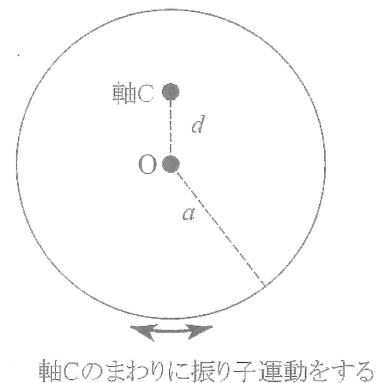


図 1

- 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 $F_x = y^2, F_y = x$ で与えられている。原点 O $(0, 0)$ から, 点 P $(b, 3b)$ まで, $y = 3x$ 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, b 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）

2021 年 9 月 11 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)

2021 年 9 月 11 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

機械材料・強度学

- I. 炭素鋼に関する以下の問いに答えなさい。
- (1) 鉄鋼材料は、鉄と炭素の合金であり、炭素の含有量により、呼び方が変わる。鋼、純鉄、鋳鉄を含有炭素量の少ない順に並べなさい。
 - (2) 鉄と炭素の二元系平衡状態図を図1に示す。図1でオーステナイト相の領域を正しく示しているのはどれか、答えなさい。
 - (3) オーステナイト相の結晶構造は、体心立方構造か面心立方構造のいずれであるか答えなさい。
 - (4) 図2に示す温度履歴で、A、N、Q、Tの熱処理は各々どう呼ばれているか答えなさい。
- II. 構造材料の選定では、剛性や引張強度・靱性が要求されることが多いが、剛性、引張強度、靱性とは何か各々30文字程度で答えなさい。
- III. ぜい性破壊防止のためにはどのような材料を選定すればよいか。シャルピー衝撃試験の破面遷移温度と吸収エネルギーを用いて答えなさい。

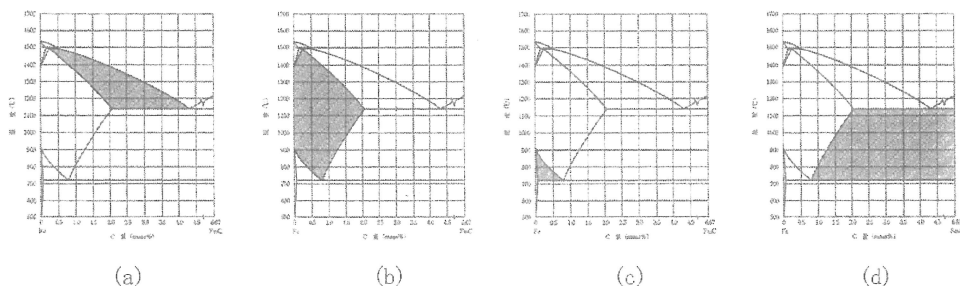


図1 鉄-炭素の平衡状態図

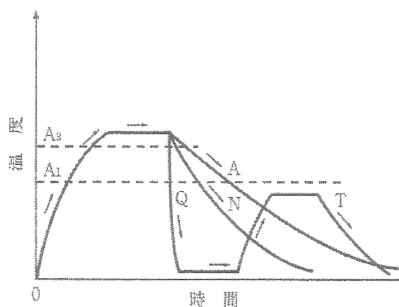


図2 温度履歴

- A1: A1 変態点
オーステナイトからフェライト+セメンタイトへの変態が開始する温度
- A3: A3 変態点
オーステナイトからフェライトへの変態が開始する温度

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)

2021 年 9 月 11 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

材料力学

- I. 図 1 (a)に示すような、長さ l [m]、断面積 A_1 [m²]の丸棒 1 と長さ l [m]、断面積 A_2 [m²]の丸棒 2 からなる全長 $2l$ [m]の段付き丸棒と長さ $2l$ [m]、断面積 A_3 [m²]の円筒を、図 1 (b)に示すように同軸に配置して下端を床に固定し、上端に平らな剛体板を置いた。剛体板に荷重 P [N]を下向きに掛けたとき、段付き丸棒（丸棒 1、丸棒 2）および円筒に生ずる応力を求めなさい。なお、段付き丸棒および円筒のヤング率を E [Pa]とする。ただし、段付き丸棒と円筒の自重や剛体板の重さは無視し、座屈は生じないものとする。

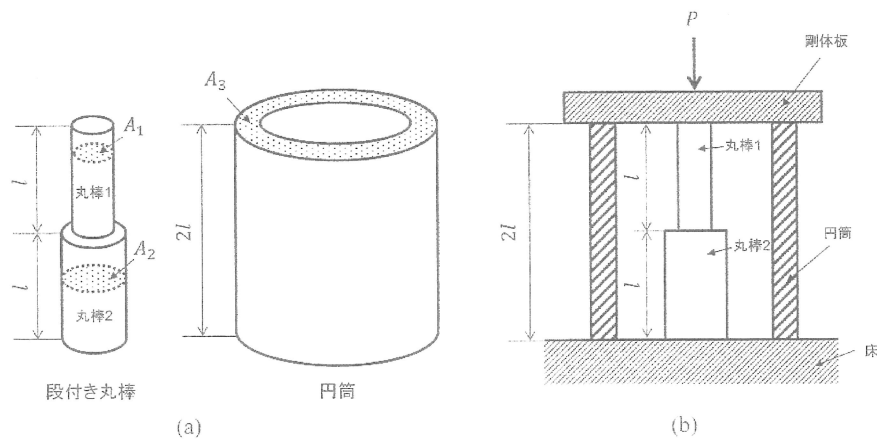


図 1

- II. 図 2 のように、一端（点 A）が壁にピン接合されており、中央部（点 C）で支持された長さ l [m]のはりの先端（点 B）に集中荷重 P [N]が作用している。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 [m]の位置におけるはり断面に生じるせん断力と曲げモーメントの式を求め、せん断力図(SFD)と曲げモーメント図(BMD)を描きなさい。なお、点 A、B、C の位置でのせん断力と曲げモーメントを図中に示しなさい。ただし、はりの自重は考慮しないものとする。

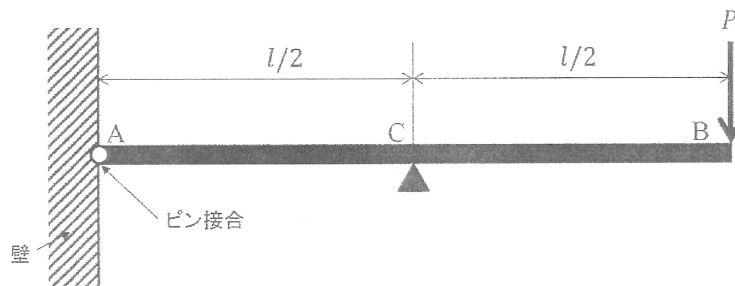


図 2

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)

2021 年 9 月 11 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

熱力学

- I. ピストンとシリンダーからなる熱機関において、状態 1→2 および状態 3→4 の等温圧縮および等温膨張過程と状態 2→3 および状態 4→1 の等積加熱および等積冷却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。熱機関内部の気体の質量を m [kg]、比熱比 $\kappa=1.5$ 、気体定数を R [J/(kg·K)]、体積を V [m³]、圧力を p [Pa]、温度を T [K]とし、状態 1 における圧力、温度、体積をそれぞれ p_1 、 T_1 、 V_1 などと表すとき以下の問いに答えなさい。
- (1) 定積比熱 c_v を気体定数 R を用いて表しなさい。
 - (2) $V_1 = 2V_2$ であるとき、 p_2 を p_1 を用いて表しなさい。
 - (3) $p_3 = 2p_2$ であるとき、 T_3 を T_1 を用いて表しなさい。
 - (4) このガスサイクルにおける圧力 p と体積 V の関係を示す p - V 線図を示しなさい。状態 1,2,3,4 の位置および線図の形状がわかるように示すこと。
 - (5) このガスサイクルにおける温度 T とエントロピー S [J/K] の関係を示す T - S 線図を示しなさい。状態 1,2,3,4 の位置および線図の形状がわかるように示すこと。
 - (6) 各過程において系に流入した熱量 Q_{12} 、 Q_{23} 、 Q_{34} 、 Q_{41} を m 、 R 、 T_1 を用いて表しなさい。ただし、系に流入した場合を正とすること。
 - (7) このサイクルの熱効率を求めなさい。
 - (8) 状態 4→1 の過程で放出される熱量の 50% を、状態 2→3 の過程で利用できる場合の熱効率を求めなさい。

2022 年度 大学院（修士課程）入学試験問題

(理工学研究科 機械システム工学専攻)

2021 年 9 月 11 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

流体工学

- I. 図1に示すように、大気圧下 p_0 [Pa] で、水（密度 ρ [kg/m³]）が入った大きな2つのタンクを管径が異なる2つの円管でつないでいる。液面の高低差を H [m]、それぞれの管径を d_1, d_2 [m]、それぞれの管の長さ L_1, L_2 [m]、管入口の損失係数を ζ_{in} 、拡大部の損失係数を ζ_{exp} 、管出口の損失係数を ζ_{out} 、管摩擦係数を λ_1, λ_2 、重力加速度を g [m/s²] とするとき、管内を流れる流量 Q [m³] を求めたい。以下の各問いに答えなさい。ただし、管径 d_2 は d_1 の2倍で、タンクの断面積は管の断面積より十分大きく、それぞれの液面の上下する速度は無視出来るものとする。また、必要な記号がある場合は自分で定義して用いること。
- (1) 円管2での速度 V_2 を円管1での速度 V_1 を用いて表しなさい。
 - (2) V_1 を用いて全損失ヘッド ΔH_f を求めなさい。
 - (3) 2つのタンクの液面について、損失（全圧力損失を ΔP_f とする）を考慮したベルヌーイの式を圧力の単位で書きなさい。
 - (4) 各種条件を考慮して、上記(3)の式から全圧力損失 ΔP_f を求めなさい。
 - (5) 全圧力損失を円管1での速度 V_1 を用いて求めなさい。
 - (6) 速度 V_1 や V_2 の変数を用いずに、管内を流れる流量 Q を求めなさい。

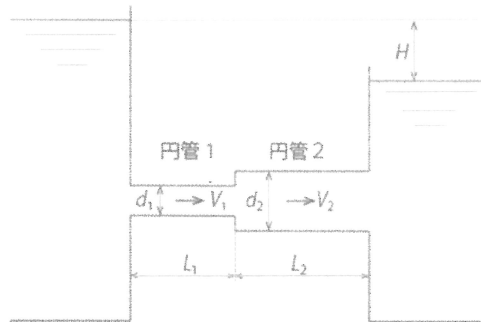


図1

- II. 図2に示すように、水平から30度傾いた大きな固定平板に、直径20mmの円管から速度10m/sで噴出する水の噴流が衝突するとき、固定平板に作用する力を求めなさい。ただし、流れの損失はないものとし、水の密度を1000 kg/m³、円周率を3.14とする。

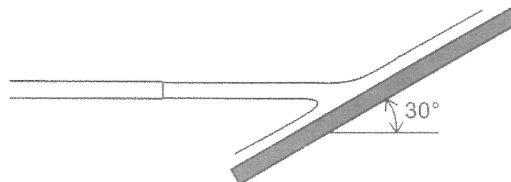


図2

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)

2021 年 9 月 11 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

機械力学

- I. 図 1 に示す質量 m ，ばね定数 k からなる一自由度系について以下の問いに答えなさい。 t は時間， $x(t)$ は釣り合い位置からの振動変位を示す。
- (1) この一自由度系の自由振動の運動方程式を記述しなさい。
 - (2) 自由振動の運動方程式を解き，不減衰固有角振動数 ω_0 ，および運動方程式の一般解を求めなさい。
 - (3) 初期条件 ($t=0$ のときの変位と速度) を $x(0)$ ， $\dot{x}(0)$ とするとき，自由振動の解を ω_0 ， $x(0)$ ， $\dot{x}(0)$ を用いて表しなさい。
- II. 図 2 に，質量 m と長さ l の剛体棒からなる振り子を示す。それぞれの振り子は，支点から $l/2$ の位置でばね定数 k のばねでつながれており，面内で振動する。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， g は重力加速度， $\theta_1(t)$ と $\theta_2(t)$ は鉛直軸からの振れの角度であり，剛体棒の質量は無視できる。
- (1) 微小振動を仮定し，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) この二自由度系の固有角振動数を求めなさい。

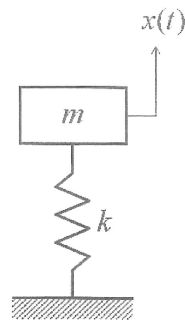


図 1

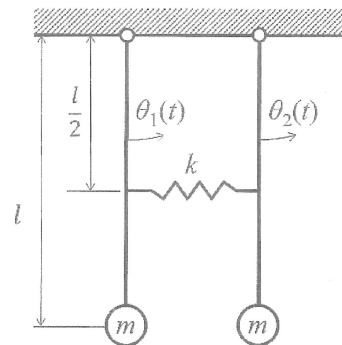


図 2

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)

2021 年 9 月 11 日 (土)

(科目名：専門Ⅱ)

制御工学

- I. 図 1(a)(b) は、いずれも DC モータ を用いた時不変の回転数制御システムのブロック線図である。 $G = 500$ とし、 D が $0.1 \text{ N}\cdot\text{m}$ 増加すると Y が 500 rpm 減少するものとして、以下の問いに答えなさい。なお、解答においては結果だけでなく導出過程も詳細に示すこと。
- (1) F を適切に設定しなさい。
 - (2) 図 1(a) の制御システムにおける K_a を適切に設定しなさい。
 - (3) 図 1(b) の制御システムにおいて、 $K_b = 0.01$ と $K_b = 10$ の 2 つの場合を考える。 D の Y に対する影響が 2 つの場合でどのように異なるかを比較しなさい。
 - (4) ここまでの結果に基づき、フィードバックの特徴について説明しなさい。

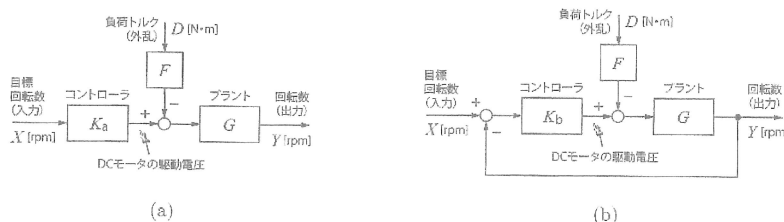


図 1

- II. 図 2 のような、電圧源 $v_i(t)$ [V]、抵抗 R [Ω]、コンデンサ C [F]、抵抗 R_L [Ω] によって構成された電気回路に関して、以下の問いに答えなさい。なお、解答においては結果だけでなく導出過程も詳細に示すこと。
- (1) コンデンサ C [F] あるいは抵抗 R_L [Ω] の両端の電圧を図 2 のように $v_o(t)$ [V] とおくと、回路の動作を $v_o(t)$ に関する微分方程式で表しなさい。
 - (2) $V_i(s) = \mathcal{L}[v_i(t)]$ ならびに $V_o(s) = \mathcal{L}[v_o(t)]$ として、伝達関数 $\frac{V_o(s)}{V_i(s)}$ を求めなさい。
 - (3) $v_i(t)$ をステップ入力とするとき、 $v_o(t)$ の応答を求めなさい。また、その応答をグラフで示しなさい。

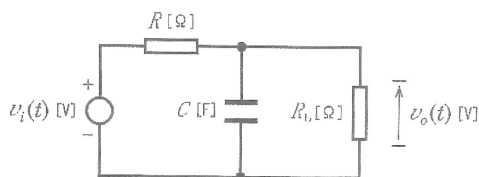


図 2

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)

2021 年 9 月 11 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 (“General Chemistry, Principles and Structure”, James E. Brady, Fifth Edition, John Wiley & Sons, p 68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 次の日本語を英語に、英語を日本語に、それぞれ訳しなさい。

- (1) 酸
- (2) 塩基
- (3) 触媒
- (4) 一酸化炭素
- (5) メタン
- (6) extraction
- (7) filtration
- (8) evaporation
- (9) recrystallization
- (10) isomerization

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:英語)

2021年9月11日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

III 次の英文は、*J. Phys. Chem. A* 2004, **108**, 225 に掲載された Wesley A. Henderson らによる論文 “LiClO₄ Electrolyte Solvate Structure” の冒頭部分を抜粋（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】

preclude : 除外する aggregate : 凝集する、集める molten salts : 熔融塩

問1 次の選択肢の中から、空欄 に入る「aprotic solvents (非プロトン性溶媒)」として適当なもの4つを選び、それらの記号を解答用紙に書きなさい。

- (ア) acetic acid (イ) acetone (ウ) acetonitrile (エ) chloroform
(オ) diethyl ether (カ) ethanol (キ) methanol (ク) water

問2 下線部①の“free”とはどのような状態か、文章の趣旨に沿って15字程度で簡単に説明しなさい。

問3 下線部②と③を和訳しなさい。

問4 英文中には protic ⇌ aprotic のように対となる語の組合せがいくつかある。次の単語の対として英文中に使用されている単語をそれぞれ書きなさい。

- (ア) dilute (イ) donor (ウ) anion

IV 次の英文は、英英辞典である **Cambridge Dictionary** に掲載されているある用語の説明文である。説明文として最も適切と思われる用語を次の選択肢よりそれぞれ一つずつ選び、解答用紙にそれらの組合せを記号で書きなさい。

- (A) the scientific study of the basic characteristics of substances and the ways in which they react or combine.
- (B) the scientific study of matter and energy and the effect that they have on each other.
- (C) the scientific study of the natural processes of living things.
- (D) an arrangement of the symbols of chemical elements in rows and columns, showing similarities in chemical behavior, especially between elements in the same columns.
- (E) a chemical that combines two or more elements containing carbon.
- (F) a type of radiation that can go through many solid substances, allowing hidden objects such as bones and organs in the body to be photographed
- (G) a type of light that feels warm but cannot be seen.

選択肢：(ア) Biology (イ) Chemistry (ウ) Infrared (エ) Organic compound
(オ) Physics (カ) The periodic table (キ) X-ray

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)

2021 年 9 月 11 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~V} は別々の解答用紙に解答しなさい。

数 学

I. 次の定積分を、置換積分を用いて、その値を求めなさい。

(1) $\int_0^1 x(2x+1)^2 dx =$

$2x+1 = t$ とおく。

(2) $\int_2^3 \frac{dx}{x^2-4x+5} =$

$x-2 = \tan \theta$ とおく。

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

(1) $P^2 = P$, $Q^2 = Q$, $PQ = QP = O$ (O はゼロ行列) であることを計算して示しなさい。

(2) 行列 $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$ について、 $A = \lambda_1 P + \lambda_2 Q$ と表したとき λ_1 , λ_2 の値をそれぞれ求めなさい。

(3) $A^2 = \lambda_1^2 P + \lambda_2^2 Q$ であることを示しなさい。

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)

2021 年 9 月 11 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 の質点が半径 $r = 50 \text{ mm}$ の円周上を 1 秒間に 200 回転で等速円運動している。次の値を求めなさい。

① 周期 T , ② 角速度 ω ③ 質点の速さ v , ④ 質点の加速度 a

II ある金属の仕事関数 W は 5 eV である。この金属に波長 $\lambda = 200 \text{ nm}$ の紫外線を照射した。次の問に答えなさい。

必要な次の(物理)定数を用いなさい。プランク定数 $h = 6 \times 10^{-34} \text{ Js}$, 光の速度 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, $\pi = 3$

電子の質量 $m_e = 1 \times 10^{-30} \text{ kg}$, プロトンの電荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

問1 この金属の仕事関数 W を J の単位に変換しなさい。

問2 波長 $\lambda = 200 \text{ nm}$ の紫外線の振動数 ν を求めなさい。

問3 波長 $\lambda = 200 \text{ nm}$ の紫外線の光子 1 個のエネルギー ε を求めなさい。

問4 この金属表面から飛び出す電子の最大の運動エネルギー E_k をもとめなさい。

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 I)

2021年9月11日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

化学基礎・グリーンケミストリー

注意：問題 I，II を一枚の解答用紙に、問題 III～V を別の解答用紙に解答すること。

- I アセトンとブタンの分子量はほぼ同じであるが、アセトンの沸点はおよそ 56°C であり、ブタンの沸点はおよそ 0°C と大きく異なる。この理由について、わかりやすく簡潔に 100 字以内で説明しなさい。化学構造式を描いて説明してもよい。
- II ベンゼンの構造は正六角形をとっており、隣り合う炭素—炭素結合距離はおよそ 1.40 \AA であることが知られている。この距離の値は、炭素—炭素単結合のおよそ 1.54 \AA という値と炭素—炭素二重結合のおよそ 1.33 \AA という値の中間の値である。なぜこのようなことが起こるのか、「非局在化」および「p 軌道」という二つの言葉を必ず用いて、わかりやすく簡潔に 200 字以内で説明しなさい。図を描いて説明してもよい。

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)

2021年9月11日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

化学基礎・グリーンケミストリー

III. 次の問いに答えなさい。

(1) 次の物質のうち、温室効果をもたらすと考えられている気体を全て選び、その化合物名を書きなさい。

水素 H_2 、二酸化炭素 CO_2 、窒素 N_2 、酸素 O_2 、アルゴン Ar 、メタン CH_4

(2) (1) で選択した物質が温室効果をもたらす理由を100字程度で述べなさい。

IV. グリーンケミストリーを指向した物質合成において、触媒の利用は有効である。触媒を用いた化学反応の例を1つあげ、その化学反応式と、用いられる触媒の化学式をそれぞれ書きなさい。

V. 次の語の中から2つを選び、それぞれ30～50字程度で説明しなさい。

原子効率 化学的酸素要求量 炭素資源循環 (炭素循環) バイオマス

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)

2021 年 9 月 11 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 CaO が ZrO_2 に固溶するとき、酸化物イオン空孔が生成する。

(1) ZrO_2 に、 $100x$ mol% の CaO が固溶した固溶体の化学式を示しなさい。

(2) 0.9 mol の ZrO_2 に 0.1 mol の CaO が固溶したとき、何 mol の酸化物イオン空孔が生成するか答えなさい。

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説明しなさい。

III 難溶性塩である $Cd(OH)_2$ の飽和水溶液の、 $25\text{ }^\circ\text{C}$ における比電気伝導率から水の比電気伝導率を差し引いた値は $1.2 \times 10^{-5} \text{ S cm}^{-1}$ であった。 $Cd(OH)_2$ の $25\text{ }^\circ\text{C}$ における水に対する溶解度積を求めなさい。ただし、 Cd^{2+} および OH^- の $25\text{ }^\circ\text{C}$ における極限モル電気伝導率（無限希釈時のモルイオン電気伝導率）は、それぞれ $5.4 \times 10^{-3} \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$ 、 $2.0 \times 10^{-2} \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$ 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)

2021年9月11日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題2 [無機・無機材料系2]

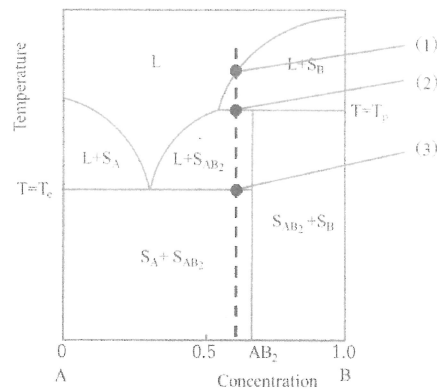
I 複合酸化物の結晶構造について以下の問いに答えよ。

(1) CaTiO_3 は、その鉱物名が結晶構造を代表するペロブスカイト型構造をもつ。ペロブスカイト型構造の化学組成は、一般式で ABX_3 と表現される。X は、ほとんどの場合、O または F である。また、A サイト及び B サイトには、陽イオンが入る。立方単位格子の中心を A イオンが占めるとき、A-タイプ単位格子と呼び、立方単位格子の中心を B イオンが占めるとき、B-タイプ単位格子と呼ぶ。A-タイプ単位格子と B-タイプ単位格子をそれぞれ図示しなさい。

(2) ペロブスカイト型構造をとる BaTiO_3 は、誘電体化合物としてよく知られている。この化合物は、低温から高温に至るまで、200K 以上では3つの結晶構造が知られている。低温から順番にその結晶の晶系を挙げなさい。

(3) ペロブスカイト型構造をとる SrTiO_3 は、室温で立方晶である。この結晶の空間群を答えなさい。また、その空間群のブラベー格子や対称操作について説明しなさい。

II A と B の2成分系の共晶と包晶を含む下記の相図に関して次の問いに答えなさい。ただし、圧力は一定とする。ここで、 T_c は、共晶温度、 T_p は、包晶温度である。相図中の点線に沿って、温度を低下させるとき、点線で交差する(1)、(2) 及び(3) でどのような状態変化が起こるのか説明しなさい。また、(1)、(2) 及び(3) に到達した時点の自由度を答えなさい。



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)

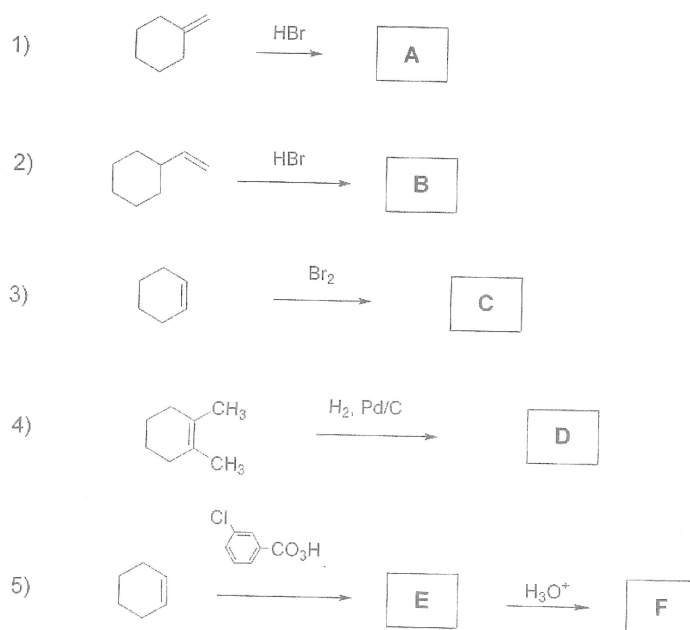
(科目名: 専門Ⅱ)

2021 年 9 月 11 日(土)

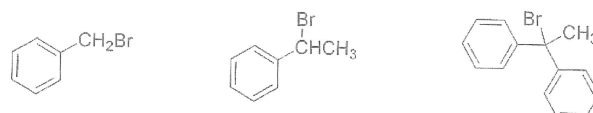
受験番号		氏名	
------	--	----	--

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 --- を用いて明示しなさい。



II 次の化合物を $\text{S}_{\text{N}}1$ 反応の反応性の高い順に並べ、その理由を 100 字程度で説明しなさい。



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Ⅱ)

2021年9月11日(土)

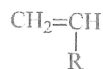
受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題4 [有機・高分子系 2]

I 次の空欄に該当する構造式、語句（重合方法）、化合物名を答えなさい。

- (1) 6,6-ナイロンは と を して得られる。一方、6-ナイロンは を 重合して得られる。
- (2) アラミド繊維は高強度で耐熱性が高い繊維として知られている。代表的なアラミド繊維としてケブラー(商標)があり、 と を して得られる。
- (2) は高強度で透明性のあるエンジニアリングプラスチックで、 とホスゲンから得られる。

II 下図の一置換オレフィンを付加重合するとき、置換基 R の性質により重合方法が異なる。



置換基 R が以下に示す構造のとき、カチオン重合とアニオン重合のどちらで重合することができるか答えなさい。また、その理由も答えなさい

- ① $-\text{CN}$ ② $-\text{OCH}_3$

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)

2021 年 9 月 11 日(土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 5 [分析・物理化学系 1]

- I モル濃度が X [mol/L] の水酸化ナトリウム水溶液 V_1 [mL] に、 V_2 [mL] の純水を加えてよく混合した。混合後に体積変化がないものとして、混合後の水酸化ナトリウムのモル濃度および水溶液の pH はいくらか、 X , V_1 , V_2 および水のイオン積 K_w を用いて答えなさい。
- II 一塩基酸 (HA) は 1 つの H^+ を解離する酸であり、酸解離定数は K_a で表記される。平衡状態において HA と A^- のモル濃度が等しい ($[HA]=[A^-]$) とき、水溶液の pH が pK_a と等しいことを示しなさい。HA の酸解離平衡の反応式も書くこと。
- III モル濃度が 0.50 mM の物質 A の水溶液で吸収スペクトルを測定すると、波長 450 nm および 700 nm の吸光度がそれぞれ 0.20 および 0.50 であった。一方、モル濃度が 0.10 mM の物質 B の水溶液で測定した吸収スペクトルでは、450 nm および 700 nm の吸光度がそれぞれ 0.65 および 0.00 であった。あるモル濃度の物質 A と物質 B の混合水溶液の吸収スペクトルでは、450 nm および 700 nm の吸光度がそれぞれ 0.75 および 0.25 であった。この混合水溶液中の物質 A および物質 B のモル濃度をそれぞれ求めなさい。なお、光路長はすべて 1.0 cm とする。

得点

2021 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)

2021 年 9 月 11 日 (土)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問題 6 [分析・物理化学系 2]

I 以下の問 (1) および (2) に答えなさい。必要ならば、定数および数値は以下の値を用いなさい。

気体定数 $R = 8.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

$\log_e 0.2 = -1.6$, $\log_e 0.5 = -0.69$, $\log_e 1.5 = 0.41$, $\log_e 2 = 0.69$, $\log_e 5 = 1.6$

- (1) ある理想気体 1.0 mol を等温可逆過程で 20 L から 30 L にまで体積を膨張させた。このときの系のエントロピー変化 ΔS_{sys} を求めなさい。
- (2) ある理想気体 1.0 mol を等温可逆過程で $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ から $4.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ にまで圧力を下げた。このときの系、外界、および全体のエントロピー変化 (ΔS_{sys} , ΔS_{sur} , ΔS_{total}) を、それぞれ求めなさい。

II 表 1 にいくつかの物質の 298 K における標準生成エンタルピー $\Delta_f H^\ominus$ および標準エントロピー S^\ominus を示している。これらの値を用いて、標準状態 ($1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) における液体のメタノールが完全燃焼する場合のエンタルピー変 ΔH 、エントロピー変化 ΔS およびギブズ自由エネルギー変化 ΔG をそれぞれ求めなさい。

表 1. 298 K における $\Delta_f H^\ominus$ および S^\ominus

	$\Delta_f H^\ominus$	S^\ominus
	kJ mol^{-1}	$\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
$\text{H}_2(\text{g})$	0	131
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-242	189
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-286	70.0
$\text{O}_2(\text{g})$	0	205
$\text{C}(\text{s}, \text{ダイヤモンド})$	1.90	2.38
$\text{C}(\text{s}, \text{グラファイト})$	0	5.74
$\text{CO}_2(\text{g})$	-394	214
$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$	-239	127

得点