理工学　専攻（ $\boxed{\text{博士前期/修士}}$ ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　）／ 専門科目　（ 理工基礎（機械工学基礎））

試験時間：（　１５０　）分

注意事項

1. 試験問題は 10 問（ 1 ～ 10 ）あり，そのうち 1 ～ 3 については全員解答，
4 ～ 10 については 7 問のうち 2 問を選択し，合計 5 問を解答せよ．
なお，4 ～ 10 については 2 問を超えて解答してはならない．

2. それぞれの解答用紙に，1 問のみ解答すること．

3. 配布された 5 枚の解答用紙すべてに受験番号，氏名，問題番号を記入すること．
解答用紙に受験番号，氏名，問題番号の記入がない場合，その解答は無効とする．

4. 配布された計算用紙は採点対象外である．解答，解答過程等は解答用紙に記入すること．

5. 解答できなかった場合も，受験番号，氏名，および問題番号を記入した解答用紙を提出すること．すなわち，各受験生は，配布された 5 枚の解答用紙をすべて提出すること．

２０２６年度大学院入試問題（２０２５年　９月１０日実施）

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　　）／ 専門科目 （ 理工基礎（機械工学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

1

$\mathbf{x}=[x_1 \quad x_2 \quad x_3]^T$, $f(\mathbf{x})=-x_1{}^2-x_2{}^2+4x_3{}^2-4x_1x_2$ とする．このとき，以下の設問に答えよ．

(1) 二次形式 $f(\mathbf{x})$ は 3 行 3 列の対称マトリクス $\mathbf{A}$ により $f(\mathbf{x})=\mathbf{x}^T\mathbf{A}\mathbf{x}$ と表すことができる．

$\mathbf{A}$ を決定せよ．

(2) $\mathbf{A}$ のすべての固有値 $\lambda_1,\lambda_2,\lambda_3$ と対応する固有ベクトル $\boldsymbol{\phi}_1,\boldsymbol{\phi}_2,\boldsymbol{\phi}_3$ を求めよ．

ただし，$\|\boldsymbol{\phi}_1\|=1, \|\boldsymbol{\phi}_2\|=1, \|\boldsymbol{\phi}_3\|=1$ とする．

(3) $\mathbf{P}^T\mathbf{A}\mathbf{P}=\mathbf{D}$ を満たす正則マトリクス $\mathbf{P}$ と対角マトリクス $\mathbf{D}$ を求めよ．

(4) $\|\mathbf{x}\|=1$ の場合，$f(\mathbf{x})$ の最大値と最小値を求めよ．

(5) $4\mathbf{A}^5-3\mathbf{A}^4-44\mathbf{A}^3-27\mathbf{A}^2-45\mathbf{A}+100\mathbf{I}$ を求めよ．ここに，$\mathbf{I}$ は単位マトリクスである．

2

(1) 微分方程式 $\dfrac{dy}{dx}-5y=-5xy^3$ を解け．

(2) 曲面 $z=\tan^{-1}\dfrac{y}{x}$ から $x^2+y^2=a^2$ によって切り取られた部分の面積を求めよ．

ただし，$a>0$ とする．

(3) 複素平面上における経路 C に沿った積分 $\int_C \bar{z}dz$ を考える．図 1 に示すように，原点 O から点 1 を通って点 $1+j$ に至る経路 C_1，および原点 O から点 j を通って点 $1+j$ に至る経路 C_2 に沿った積分を求めよ．ここに，z は複素数で虚数単位を j とする．

(4) 関数 $f(t)$ は $f(0)=1$ を満たし，その 1 階微分を $f'(t)$ とする．$f'(t)$ が図 2 のように与えられるとき，$f(t)$ のフーリエ変換を求めよ．ここに，$\tau>0$ とする．

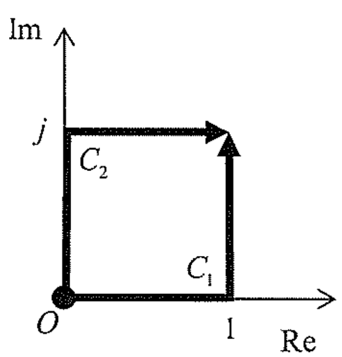


図 1

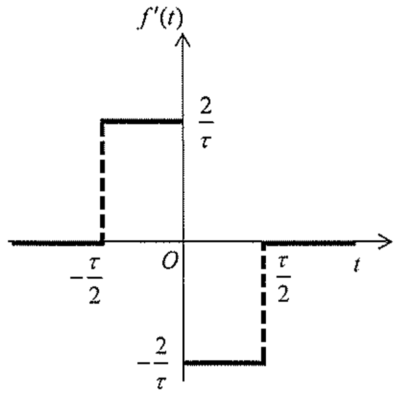


図 2

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　）／専門科目　（ 理工基礎（機械工学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

3

(1) 図3に示すように，回転台上の中心から r の位置に質量 m_A のブロックAと質量 m_B（$m_A < m_B$ とする）のブロックBが重ねて置いてあり，二つのブロックは滑車を介して紐でつながれている．ブロック間およびブロックBと台との間の静止摩擦係数を μ とする．滑車と紐の質量および摩擦は無視できるとし，紐は伸縮せず，たわみもしないとする．回転台を静止状態から回転させたとき，ブロックA, Bが同時にすべり始めるときの回転台の角速度 ω を求めよ．ただし，重力加速度を g とする．

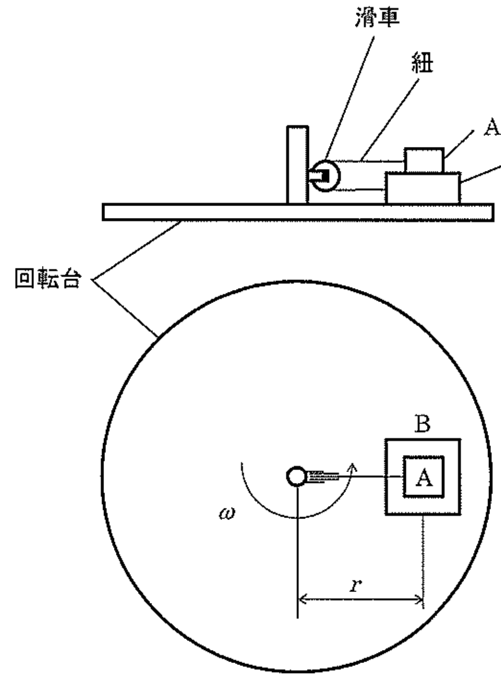


図3

(2) 地上に設置された質量 M_0 のロケットが，単位時間あたり質量 m_e の燃料を相対速度 v で鉛直下方に噴射して，鉛直上方に飛翔した．ロケットの t 秒後の高さ H と速度 V を求めよ．ただし，重力加速度を g とし，質量 M_0 には燃料の質量も含まれているものとする．

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語 （　　　） ／ 専門科目 （ 理工基礎（機械工学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

4

【材料力学】

図 4 に示すように長さ L のはりが支点 A, B で単純支持されている．はりの左端を原点とする座標 x を用いたとき $f(x) = f_0 \times (x/L)$ と表される x について線形に変化する下向きの分布荷重がはりに作用している．

(1) 支点 A, B での反力が等しくなるような支点 A の位置 a とそのときの反力の値を求めよ．

(2) このときのせん断力分布と曲げモーメント分布を x の関数として求めよ．

(3) せん断力図（SFD）と曲げモーメント図（BMD）を描け．

(4) 最大曲げモーメントの発生位置とその値を求めよ．

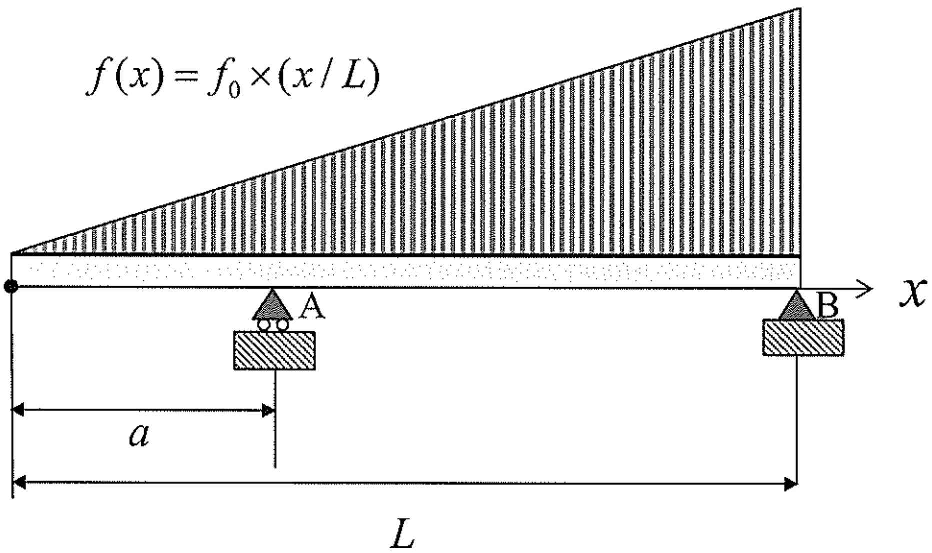


図 4

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　　）／ 専門科目 （ 理工基礎（機械工学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

5

【機械力学】

図 5 に示す 2 自由度系について，以下の問いに答えよ．
ただし，m，k はそれぞれ，質量，ばね定数を表す．

(1) フリーボディダイアグラムを示し，この系の運動方程式を求めよ．

(2) この系の二つの固有振動数 ω_1，ω_2 を求めよ．

(3) ラグランジュ方程式を用いて，この系の運動方程式を求めよ．

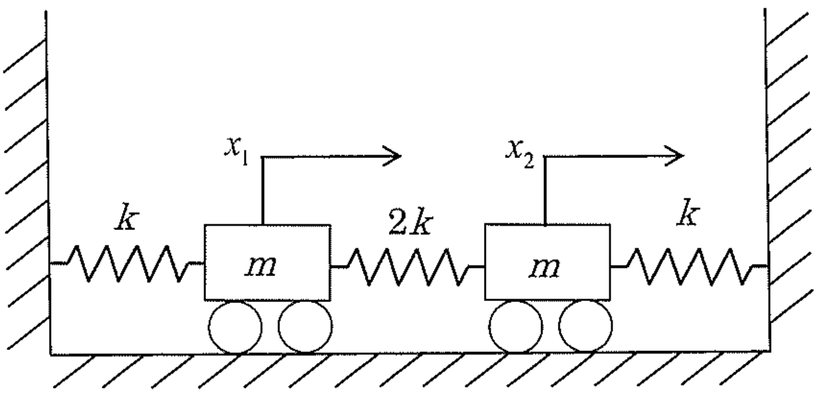


図 5

理工学　専攻（ 博士前期/修士・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　）／ 専門科目 （ 理工基礎（機械工学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

6

【熱工学】

ある密閉式空気圧縮機において，入口状態は絶対圧力 P_1，絶対温度 T_1，出口絶対圧力は P_2 である．圧縮はポリトロープ変化に従い，ポリトロープ指数は n とする．空気は理想気体と仮定し，ガス定数は R，比熱比は κ とする．

(1) この圧縮機の P-v 線図（圧力-比容積線図）および T-s 線図（温度-エントロピー線図）を示せ．

(2) ポリトロープ変化における出口絶対温度 T_2 を，T_1，P_1，P_2，n を用いて表せ．

(3) 圧縮に必要な単位質量当たりの仕事 w を導出せよ．

(4) 同じ圧力比において，断熱圧縮（$n = \kappa$）と等温圧縮（$n = 1$）の場合の仕事を比較し，その大小関係と物理的理由を説明せよ．

$\boxed{7}$

【流体工学】

図 6 の実験室の換気ダクト内の空気速度 v を，流れに平行に挿入されたピトー静圧プローブを用いて測定する．プローブの 2 つの出口に接続された水銀柱の間の差高 h は 2.0 cm，ダクト内の空気温度 T_{air} は 300 K ，絶対圧力 p_{air} は 90 kPa，水銀の密度 ρ_m は 12,500 kg/m^3，重力加速度 g は 10 m/s^2，気体定数 R の値は 300 J/kgK とする．ただし、空気は理想気体とする。このとき，以下の値を求めよ．

(1) ダクト内の空気速度 v

(2) プローブの先端での圧力上昇 p_s

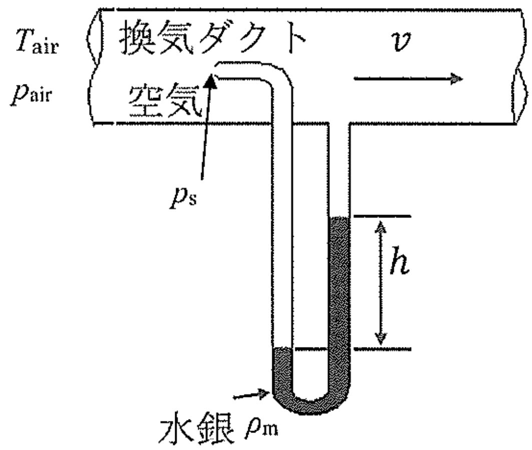


図 6

理工学　専攻（ 博士前期/修士・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語（　　　）／ 専門科目（ 理工基礎（機械工学基礎） ）

試験時間：（ １５０ ）分

8

【精密工学】

円柱の体積 Vを高さ hと直径 dの測定値から求める場合，次の問いに答えよ.

(1) 円柱の高さと直径を測定した結果，高さの平均値はh_m，高さの標準偏差はσ_h，直径の平均値はd_m，直径の標準偏差はσ_dとなった．円柱の体積の標準偏差を誤差伝搬の法則にもとづいて求めよ．

(2) 体積Vの測定を最大±1%の誤差率で測定したい．高さと直径の測定における誤差の限界を求めよ.

理工学　専攻（ 博士前期/修士・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語（　　）／ 専門科目（ 理工基礎（機械工学基礎） ）

試験時間：（ １５０ ）分

9

【制御工学】

(1) システムのブロック線図は図７に示してある．このシステムに対して，以下の設問に答えよ．ただし，$R(s)$, $E(s)$, $Y(s)$はそれぞれ$r(t)$, $e(t)$, $y(t)$のラプラス変換であり，$G_1(s) = K_1$, $G_2(s) = \dfrac{K_2}{s(1+T_1 s)}$, $G_r(s) = \dfrac{as^2+bs}{1+T_2 s}$, $K_1 > 0$, $K_2 > 0$, $T_1 > 0$, $T_2 > 0$ とする．

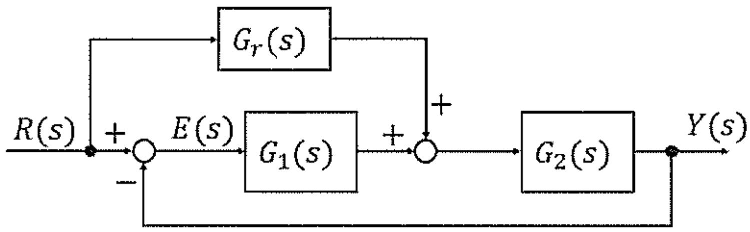


図７

1） a, bの値が閉ループシステムの安定性にどのような影響を与えるか説明せよ．

2） $r(t) = \dfrac{t^2}{2}$ の場合，システムの定常位置偏差を０にするためにa, bが満たすべき条件を求めよ．

注：ただし，$L^{-1}\left(\dfrac{1}{(s+a)^n}\right) = \dfrac{1}{(n-1)!}t^{n-1}e^{-at}$ であることを用いて良い．

(2) 線形システムの状態方程式は次のようになる．

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) = Cx(t) \end{cases}$$

ただし，$A = \begin{bmatrix} 0 & 5 \\ -3 & -8 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$, $C = [1 \quad 2]$, $x(t) = [x_1(t),\ x_2(t)]^T$ である．

1）このシステム状態遷移行列e^{At}を求めよ．

2）このシステムの伝達関数 $G(s) = \dfrac{Y(s)}{U(s)}$ を求めよ．ただし，$Y(s)$, $U(s)$は$y(t)$, $u(t)$のラプラス変換である．

3）$x(0) = [1 \quad 1]^T$, $u(t) = 0$ の場合，システムの応答 $y(t)$ を求めよ．

理工学 専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　）／ 専門科目 （ 理工基礎（機械工学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

10

【材料科学】

(1) 立方格子において，以下の方向や面を図示せよ．

(a) [1 1 2],　(b) [1 0 0],　(c) (2 1 2),　(d) (0 2 3)

(2) 体心立方格子の単位格子中の原子数，および配位数を求めよ．

(3) 金属材料の典型的な疲労き裂の発生と伸展について図で示し，説明せよ．

(4) 金属材料の典型的な疲労き裂進展速度と応力拡大係数範囲の関係を図で示し，説明せよ．

２０２６年度大学院入試問題（２０２５年　９ 月　１０ 日実施）

理 工 学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　　）　／　専門科目（ 理工基礎（電気・電子工学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

注意事項

1. 試験問題は６問（ 1 ～ 6 ）である。
   選択問題はないので，全問に解答すること。

2. それぞれの解答用紙に，１問のみ解答すること。
   解に至る過程を，文章や式を用いて適切に説明すること。
   解に至る過程が不明瞭な答案は０点になる場合がある。

3. 配布された６枚の解答用紙すべてに受験番号，氏名，問題番号を記入すること。

4. 解答できなかった場合も受験番号，氏名，問題番号を記入した解答用紙を提出すること。
   すなわち受験者は配布された６枚の解答用紙をすべて提出すること。

5. 解答用紙に受験番号，氏名，問題番号の記入がない場合，その解答は無効とする。

6. 配布された計算用紙は採点の対象外である。解答，解答過程等は解答用紙に記入すること。

理 工 学 専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語（　　　　）／ 専門科目 （ 理工基礎（電気・電子工学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

1

(1) 次の微分方程式の一般解を求めよ。

(a) $\dfrac{dy}{dx} = y(y-1)$

(b) $\dfrac{d^2y}{dx^2} + 2y + 4 = 0$

(2) $\mathbf{Q}^T\mathbf{Q} = I$ を満たす正方行列 $\mathbf{Q}$ を直交行列と呼ぶ（$\mathbf{Q}^T$ は $\mathbf{Q}$ の転置行列，$\mathbf{I}$ は単位行列）。

実対称行列 $\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}$ を直交行列 $\mathbf{Q}$ を用いて対角化したい。次の問いに答えよ。

(a) 行列 $\mathbf{A}$ の固有値をすべて求めよ。

(b) (a) の固有値に対する固有ベクトルをすべて求め，正規直交化せよ。

(c) (b) で得られた列ベクトルを並べた行列 $\mathbf{Q}$ を構成し，行列 $\mathbf{Q}$ が直交行列であることを示せ。

(d) (c)で得られた直交行列 $\mathbf{Q}$ を用いて，行列 $\mathbf{A}$ を対角化できることを計算して示せ。

(3) 周期 2π の滑らかな実数周期関数 $f(x)$ のフーリエ級数展開は

$f(x) = \dfrac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty}\left[a_n \cos(nx) + b_n \sin(nx)\right]$ と書ける。

また，関数 $f(x)$ のノルムの二乗は次式で与えられる。

$$\|f\|^2 = \int_{-\pi}^{\pi} |f(x)|^2 dx = \pi\left(\frac{|a_0|^2}{2} + \sum_{n=1}^{\infty}\left[|a_n|^2 + |b_n|^2\right]\right)$$

ここで，区間 $[-\pi, \pi]$ で $g(x) = x$ となる区分的に滑らかな周期 2π の周期関数 $g(x)$ を考える。次の問いに答えよ。

(a) 区間 $[-2\pi, 2\pi]$ において $g(x)$ のグラフを書き，$g(x)$ が偶関数か奇関数か答えよ。

(b) $g(x)$ のフーリエ級数展開の部分和 $g_2(x) = b_1 \sin(x) + b_2 \sin(2x)$ の係数 b_1，b_2 を求めよ。

(c) $g(x)$ と部分和 $g_2(x)$ の誤差のノルムの二乗 $\|g - g_2\|^2$ を求めよ。

ただし，$\|g - g_2\|^2 = \|g\|^2 - \|g_2\|^2$ を用いてよい。

理 工 学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　　）　／ 専門科目（ 理工基礎（電気・電子工学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

2

誘電率が $\varepsilon\ (\varepsilon > 0)$ の気体中に半径が 1 の接地されていない導体球 A, B があり，A, B の中心が共通の xyz 直交座標系の x 軸上の点 $x = -5, 5$ にそれぞれ一致している。いま，A, B にそれぞれ電荷 $-q$，$\frac{1}{4}q\ (q > 0)$ を与えた。導体球は球殻ではなく内部まで均一な導体であり，導体球の表面と気体との間に隙間はなく，気体は無限遠まで一様に充満しているとする。また，電荷により生じる電界は，気体の絶縁性能に対して十分小さく，いかなる放電現象も生じないものとする。次の問いに答えよ。

(1) x 軸上の次の区間について，電界の x 方向成分 E_x を求めよ。

(a) 区間Ｉ：$x < -6$

(b) 区間II：$-6 < x < -4$

(c) 区間III：$-4 < x < 4$

(d) 区間IV：$4 < x < 6$

(e) 区間Ｖ：$x > 6$

(2) (1)の区間 I,III,V のうち無限遠方を除く部分において，電界の大きさがゼロとなる点を C とおく。C の x 座標を求めよ。

(3) x 軸上の電位分布を，(2)の点 C を電位の基準として，(1)のうち点 C を含む区間について求めよ。

理 工 学　専攻（ 博士前期/修士・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　　）／ 専門科目（ 理工基礎（電気・電子工学基礎） ）

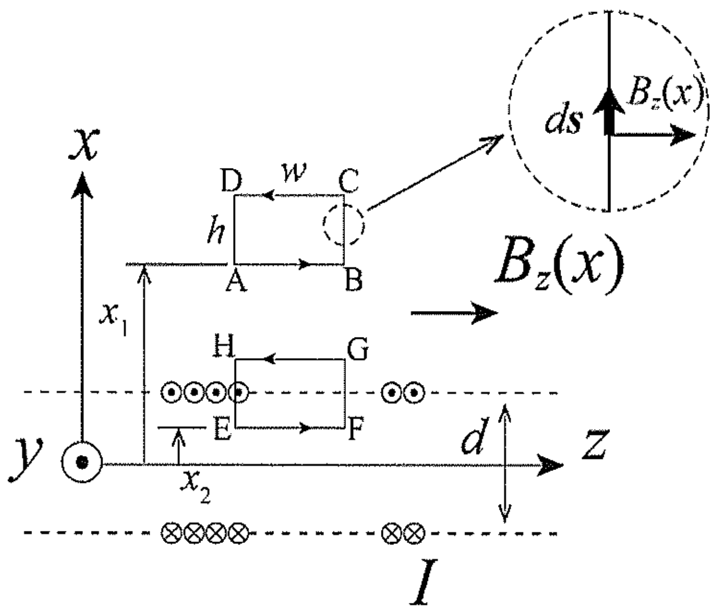
試験時間：（　１５０　）分

3

下図は，真空中でz軸に中心軸が一致するように置かれた無限長ソレノイドコイルを示しており，単位長さあたりの巻数はn，直径はdで，z軸の正の方向から見て反時計回りに大きさIの電流が流れている。この時次の問いに答えよ。ただし，真空の透磁率をμ_0とする。

(1) ソレノイド外部のxz平面上に，x方向の高さh，z方向の幅wとなる長方形積分路 A→B→C→D→A を図のようにとる。ここで図中dsは，積分路上の微小線要素ベクトルを表す。辺 AB は，z軸から$x_1\left(> {}^{d}\!/_{2}\right)$の距離にある。ソレノイドによる$z$方向の磁束密度$B_z(x)$について，この積分路にアンペールの法則を適用し，その大きさを求めよ。ただし，ソレノイドから無限に遠い位置の磁束密度はゼロとしてよい。

(2) 次に無限長ソレノイド巻線と交差し，xz平面上に長方形 ABCD と同じ幅と高さを持つ長方形積分路 E→F→G→H→E をとる。この時，辺 EF はz軸から$x_2\left(< {}^{d}\!/_{2}\right)$の距離に，辺 HG は$z$軸から$x_2 + h\left(> {}^{d}\!/_{2}\right)$の距離にある。無限長ソレノイド内部の磁束密度$B_z(x)$について，この積分路にアンペールの法則を適用し，その大きさを求めよ。



理 工 学　専攻（ 博士前期/修士・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　　）　／　専門科目（ 理工基礎（電気・電子工学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

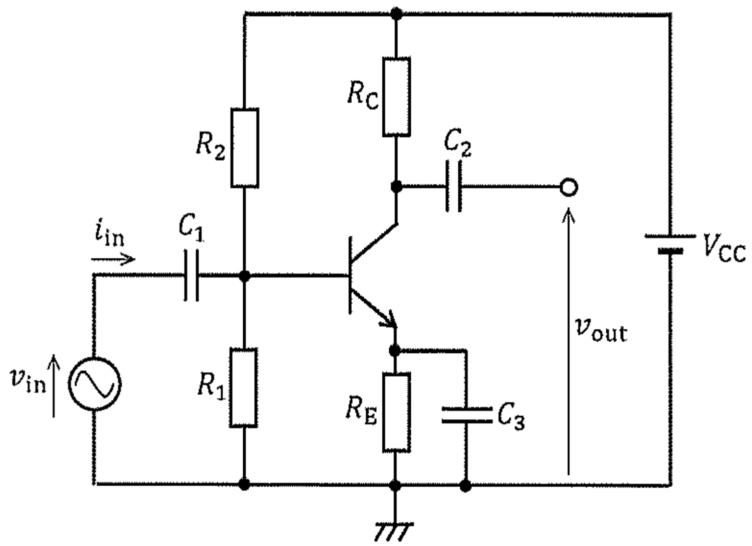
4

図に示すバイポーラトランジスタ増幅回路に関する次の問いに答えよ。ただし，$V_{\mathrm{CC}} = 12\,\mathrm{V}$, $R_C = 5.0\,\mathrm{k\Omega}$，$R_E = 1.0\,\mathrm{k\Omega}$，$R_1 = 10.0\,\mathrm{k\Omega}$，トランジスタのベース－エミッタ間電圧を$V_{BE} = 0.7\,\mathrm{V}$，エミッタ接地直流電流増幅率を$\beta = 100$とする。また，$v_{\mathrm{in}}$は交流小信号電圧源（入力信号源）であり，$v_{\mathrm{out}}$は交流出力信号，コンデンサ C_1，C_2，C_3 のインピーダンスは十分に小さく，交流信号を通し直流を遮断するものとする。

(1) トランジスタの直流動作点（Q 点）におけるコレクタ－エミッタ間電圧V_{CEQ} の値が 4.85 V になる抵抗 R_2 の値を求めよ。また，その時のコレクタ電流 I_{CQ} の値を求めよ。

(2) h パラメータを用いた交流小信号等価回路を図示せよ。h パラメータは 4 つとも省略せず素子の記号，および各部の電圧と電流をそれぞれ適切に表記すること。電圧や電流は向きも示すこと。

交流信号に対する入力インピーダンス Z_{i} と小信号電圧増幅率 A_{v} を求めよ。h パラメータの内，出力アドミタンスは無視せず，電圧帰還比は十分小さいものとして無視すること。数値は代入せずに記号のままとし，導出過程をわかりやすく詳細に記述すること。

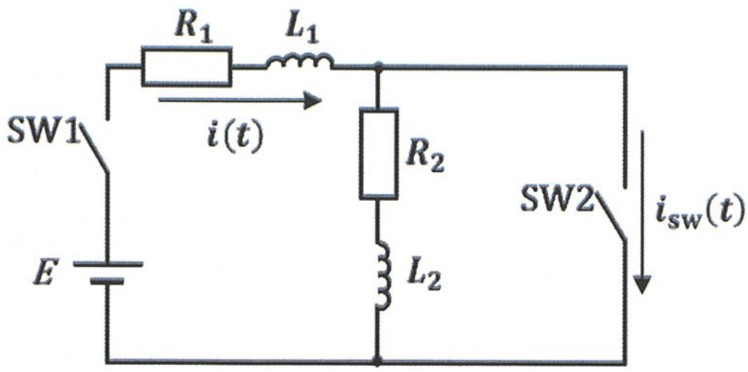


理 工 学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　　）／ 専門科目（ 理工基礎（電気・電子工学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

5

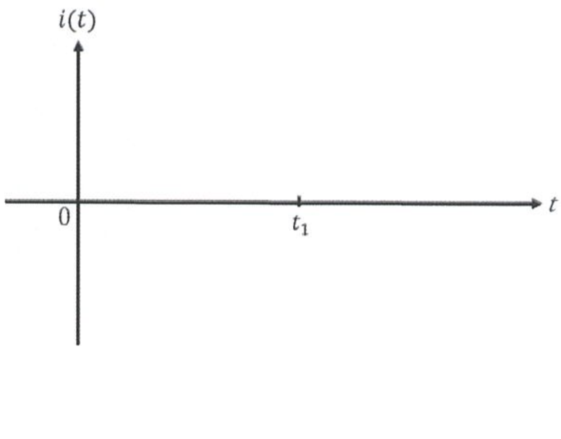


上記の抵抗R_1，R_2，コイルのインダクタンスL_1，L_2，直流電圧源(起電力E)とスイッチ SW1，SW2 で構成されている回路において，$t = 0$でスイッチ SW1 を閉じ，定常状態後の$t = t_1$でスイッチ SW2 を閉じた。このとき，以下の問いに答えよ。ただし，初期状態ではスイッチ SW1，SW2 は開いている。

(1) $t = 0$及び$t = t_1$で抵抗R_1に流れる電流$i(0)$及び$i(t_1)$をそれぞれ求めよ。

(2)抵抗R_1の 2 区間（$0 \leq t < t_1$，$t_1 \leq t$）に流れる電流$i(t)$及び SW2 の 1 区間（$t_1 \leq t$）に流れる電流$i_{SW}(t)$をそれぞれ求めよ。

(3)上記の設問(2)で求めた抵抗R_1に流れる電流$i(t)$を解答用紙に下図のような座標軸を持つグラフとして図示せよ。ただし，各々の区間で電流が定常値に収束する場合にはその値を縦軸に記入すること。



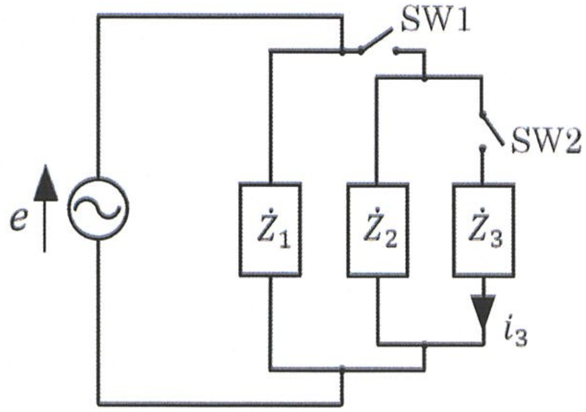
理 工 学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　　）／ 専門科目（ 理工基礎（電気・電子工学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

6

下図のように負荷$\dot{Z}_1$，$\dot{Z}_2$，$\dot{Z}_3$が 2 つのスイッチ（SW1 および SW2）を介して並列接続され，左端に実効値 100 V の正弦波交流電源が接続されている。負荷$\dot{Z}_1$，$\dot{Z}_2$，$\dot{Z}_3$の力率は，順に 0.8（遅れ），0.6（進み），0.8（進み）である。定常状態における以下の問いに答えよ。なお，有効電力と無効電力の解答では，数値だけでなく単位も明記すること。



(1) 力率とは何か説明せよ。

(2) はじめにスイッチ SW1 および SW2 が共に開いている時，負荷$\dot{Z}_1$に流れる電流の実効値は 10 A であった。このとき，負荷$\dot{Z}_1$における有効電力P_1と無効電力Q_1を求めよ。

(3) 次に SW1 のみを閉じると，負荷$\dot{Z}_2$には実効値 3 A の電流が流れた。このとき，負荷$\dot{Z}_1$と$\dot{Z}_2$をあわせた有効電力P_{12}と無効電力Q_{12}を求めよ。

(4) 最後に SW1 を閉じたまま SW2 も閉じると，負荷 $\dot{Z}_1$～$\dot{Z}_3$ をあわせた合成力率は 1 であった。

(a) 負荷$\dot{Z}_3$に流れる電流i_3の実効値を求めよ。

(b) 負荷$\dot{Z}_1$～$\dot{Z}_3$をあわせた有効電力P_{123}と無効電力Q_{123}を求めよ。

２０２６年度大学院入試問題（２０２５年　９月１０日実施）

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（化学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

【注意事項】

1. 試験問題は全6問である。全ての問に解答すること。
2. それぞれの解答用紙に1問のみ解答すること。
3. 配布された6枚の解答用紙すべてに受験番号，氏名，問題番号を記入すること。解答用紙に受験番号，氏名，問題番号の記入がない場合，その解答は無効とする。
4. すべての問に対する正解をもって満点とする。
5. 記述した内容によって部分点を与えることがあるので，完全な解答に至らない場合でも，わかるところまで記せ。
6. 説明を求める問題や計算問題では，解答に至るまでの途中の過程を省略せずに，わかりやすく記述し，近似を用いるときはその内容を明記せよ。
7. 計算問題においては，関数電卓を使用してよい。解答は，ことわりのない問については有効数字3桁で求めよ。また，単位のある場合には，数値とともに単位も記せ。
8. 計算用紙は採点対象外である。計算問題において解答に至るまでの途中過程を説明する際には，その内容を解答用紙に記せ。
9. 必要ならば次の物理定数，単位換算式を用いよ。

（物理定数）

気体定数：$R = 8.314\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}} = 8.206\times10^{-2}\ \mathrm{dm^3\ atm\ K^{-1}\ mol^{-1}}$

アボガドロ定数：$N_\mathrm{A} = 6.022\times10^{23}\ \mathrm{mol^{-1}}$

プランク定数：$h = 6.626\times10^{-34}\ \mathrm{J\ s}$

真空中の光速度：$c = 2.998\times10^{8}\ \mathrm{m\ s^{-1}}$

真空の誘電率：$\varepsilon_0 = 8.854\times10^{-12}\ \mathrm{C^2\ J^{-1}\ m^{-1}}$

電気素量：$e = 1.602\times10^{-19}\ \mathrm{C}$

電子の質量：$m_\mathrm{e} = 9.109\times10^{-31}\ \mathrm{kg}$

（単位換算式）

圧力：$1\ \mathrm{atm} = 1.013\times10^{5}\ \mathrm{Pa}$

温度：$0\ \mathrm{^\circ C} = 273.15\ \mathrm{K}$

２０２６年度大学院入試問題（２０２５年　９月１０日実施）

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（化学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

1　次の文章を読み，問 1〜問 6 に答えよ。

初期温度 300 K，初期圧力 p_0，初期体積 V_0 のヘリウム気体 1.00 mol について，ⅠおよびⅡの変化を行った。

変化Ⅰ：ヘリウム気体を等温可逆的に膨張させて，体積を $2V_0$ にした。このときの気体の圧力は p_1 であった。

変化Ⅱ：変化Ⅰの後，ヘリウム気体を断熱可逆的に圧縮させて，圧力を p_0 に戻した。このときの気体の体積は V_2，温度は T_2 であった。

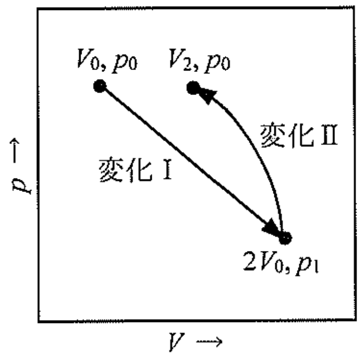
ただし，ヘリウムは完全（理想）気体とし，その定容モル熱容量 $C_{V,\mathrm{m}}$ は温度に依存しないで式(1-1)で与えられるものとする。なお，Mayer の式(1-2)および Poisson の式(1-3)を証明なしで用いてよい。

$$C_{V,\mathrm{m}} = \frac{3}{2}R \qquad (R：気体定数) \qquad (1\text{-}1)$$

$$C_{p,\mathrm{m}} - C_{V,\mathrm{m}} = R \qquad (C_{p,\mathrm{m}}：定圧モル熱容量) \qquad (1\text{-}2)$$

$$pV^{\gamma} = 一定 \qquad (\gamma = C_{p,\mathrm{m}}/C_{V,\mathrm{m}}) \qquad (1\text{-}3)$$

問 1　ⅠおよびⅡの変化を，右例にならって圧力（p）−体積（V）図に示せ。図は定性的なものでかまわないが，変化ⅠとⅡとの違いがわかるように描くこと（フリーハンドでよい）。



問 1 の解答例

問 2　変化Ⅰにおいて，ヘリウム気体が外部にした仕事は何 J か。有効数字３桁で求めよ。

問 3　ヘリウム気体の最終温度 T_2 は何 K か。有効数字３桁で求めよ。

問 4　変化Ⅱにおいて，ヘリウム気体が外部にした仕事は何 J か。有効数字３桁で求めよ。

問 5　変化ⅠおよびⅡにおいて，ヘリウム気体が外部から得た熱量の総和は何 J か。有効数字３桁で求めよ。

問 6　問 5 で求めたヘリウム気体が外部から得た熱量の総和は，ヘリウム気体が外部にした仕事の総和（問 2 と問 4 で求めた仕事の和）よりも大きい。外部から得た残りの熱エネルギーはどうなったか説明せよ。

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（化学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

2　次の問 1～問 4 に答えよ。

水素原子における 1s 軌道の規格化された動径方向の波動関数 $\Psi_{1s}(r)$ は式(1)で与えられる。

$$\Psi_{1s}(r)=\frac{1}{\sqrt{\pi}}\left(\frac{1}{a_0}\right)^{\frac{3}{2}}\exp\left(-\frac{r}{a_0}\right) \qquad (1)$$

ここで，a_0 はボーア半径である。

問 1　原子核からの距離 r と $r+dr$ の間に電子が存在する確率は，s 軌道において式(2)より動径分布関数 $P(r)$ と dr の積で表される。

$$P(r)dr = r^2\left|\Psi\right|^2 dr\int_0^{\pi}\sin\theta d\theta\int_0^{2\pi}d\phi \qquad (2)$$

水素原子 1s 軌道の動径分布関数 $P_{1s}(r)$ が，式(3)となることを式の展開を含めて示せ。

$$P_{1s}(r)=\frac{4}{a_0^3}r^2\exp\left(-\frac{2r}{a_0}\right) \qquad (3)$$

問 2　式(3)の $P_{1s}(r)$ を用いて，水素原子 1s 軌道の確率が最大値となる r の距離（最大確率半径）r_{max} は a_0 の何倍で，$P_{1s}(r=r_{\mathrm{max}})$ の値は $1/a_0$ の何倍か。式の展開も含め求めよ。

問 3　s 軌道における原子軌道の平均半径 $\langle r\rangle$ は，式(4)となる。

$$\langle r\rangle=\int\Psi^* r\Psi d\tau=4\pi\int_0^{\infty}r^3\left|\Psi\right|^2 dr \qquad (4)$$

水素原子 1s 軌道の平均半径は a_0 の何倍か。式の展開も含め求めよ。ただし，式(5)で示される数学公式を用いよ。

$$\int_0^{\infty}x^n\exp(-bx)dx=\frac{n!}{b^{n+1}} \qquad (5)$$

問 4　ボーア半径とはボーアの古典モデルによる軌道半径の値であるが，得られた最大確率半径 r_{max} と平均半径 $\langle r\rangle$ を比較してどのようなことが言えるか，以下の語句を含めて述べよ。

・電子軌道　・波動関数　・広がり

理工学　専攻（ $\boxed{\text{博士前期/修士}}$ ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（化学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

3　次の問 1～問 3 に答えよ。解答の計算式や説明は途中過程を省略せずに記述せよ。なお，ことわりの無い限り溶液温度は 298 K とする。

問1　5.00×10^{-2} mol dm^{-3} の CH_3COOH 水溶液 0.80 dm^3 と 1.00×10^{-1} mol の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液 0.20 dm^3 を混合して体積 1.00 dm^3 の水溶液を調製した。この水溶液における水素イオン濃度[H^+]を有効数字 2 桁で求めよ。

解答の際，必要に応じて酢酸 CH_3COOH の酸解離定数 $K_a = 1.74\times10^{-5}$ mol dm^{-3} および水の解離定数 $K_w = 1.00\times10^{-14}$ mol^2 dm^{-6} をそれぞれ用いよ。解答の過程において，各溶液における「化学平衡」，「物質収支」，「溶液のイオン的中性」の関係を表す式を必ず明記せよ。近似を行った場合には，必ずその内容についても説明すること。

問 2　エチレンジアミン四酢酸 EDTA（H_4Y）をキレート試薬として用いた金属イオンの滴定手法である“キレート滴定法”について，次の(1)と(2)に答えよ。

(1) 2.00×10^{-2} mol dm^{-3} の金属イオン X を含んだ水溶液 50.0 cm^3 に 2.00×10^{-2} mol dm^{-3} の EDTA 溶液 50.0 cm^3 を加えて全液量を 100 cm^3 とした際，溶液中に存在する遊離した金属イオン X の濃度を有効数字 2 桁で求めよ。なお，金属イオン X は EDTA と反応して 1:1 型の錯イオン（安定度定数 $K_{XL} = 5.00\times10^{10}$ mol^{-1} dm^3）を形成することができるものとする。

(2) キレート滴定では EDTA (H_4Y) のほかに BT 指示薬や NN 指示薬などの“金属指示薬 (In)”が利用される。金属イオン M^{n+}を含む水溶液に微量の金属指示薬を加えて EDTA 水溶液を滴定する過程において，EDTA は溶液中に含まれる分子，イオン，金属錯体（錯イオン含む）などの化学種とどのように反応するか。次の a)と b)の場合について説明せよ。説明には反応式を使っても良い。

a) 滴定開始の直後　　b) 当量点付近

問 3　ダニエル電池 Zn(s) | $ZnSO_4$(aq) || $CuSO_4$(aq) | Cu(s)について，次の(1)と(2)に答えよ。解答の際，Zn | Zn^{2+}および Cu | Cu^{2+}の標準酸化還元電位をそれぞれ $E^\circ_{Zn2+,Zn} = -0.763$ V および $E^\circ_{Cu2+,Cu} = 0.337$ V とし，いずれの溶液も溶質の活量係数 $\gamma = 1$ として計算せよ。298 K において $(RT/F)\log_e 10$（R：気体定数, T：電極温度, F：ファラデー定数） は 0.059 とする。

(1) 各電解質のイオン濃度を[Zn^{2+}] = 1.00×10^{-1} mol dm^{-3}，[Cu^{2+}] = 1.00×10^{-2} mol dm^{-3} としたとき起電力の値（単位：V）を小数点以下 2 桁まで求めよ。

(2) (1)の結果よりも起電力を大きくするためには電解質のイオン濃度をどのように操作すれば良いと予想されるか，ネルンスト式を用いて説明せよ。

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（化学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

4 次の問 1～問 4 に答えよ。解答の計算式や説明は途中過程を省略せずに記述せよ。それぞれの説明には補足図を用いてもよい。

問 1　主量子数 $n = 3$，方位量子数 $l = 1$ の組み合わせに相当する軌道に価電子が収容される元素をすべて選び，それらの元素の元素記号と電子配置を例に倣って示せ。

例：Li　[He] $2s^1$

あわせて，それらの元素を第一イオン化エネルギーの増加する順に並べ，このように並べた理由について詳細に説明せよ。

問 2　分子について，次の(1)と(2)に答えよ。

(1) フッ素とリンからなる分子 "PF_5" について，分子の中心に位置する原子の混成軌道，ならびに分子の幾何構造を答えよ。

(2) 等核二原子分子 "C_2" について，分子軌道理論によるエネルギー順位図と結合次数を示し，この分子が安定な分子として存在できるか否かを説明せよ。

問 3　塩化ナトリウム型結晶構造のイオン結晶 CaO について，単位格子における陽イオンと陰イオンの配置を図で描写せよ。あわせて，描写した図を用いて次の a)と b)を説明せよ。

a) 単位格子中の陽イオンと陰イオンの数　　b) 陽イオンに対する陰イオンの配位数

問 4　金属錯体および有機金属化合物について，次の(1)と(2)に答えよ。

(1) コバルト(III)イオン Co^{3+}を中心金属とする錯体がとり得る 2 つの電子配置の状態について，結晶場分裂による d 軌道のエネルギー準位図を用いて説明せよ。あわせて，それぞれの状態の錯体が磁場に対してどのような相互作用を生じるか説明せよ。なお Co の原子番号は 27 である。

(2) ニッケル Ni(0)はカルボニル CO と結合して金属カルボニル化合物$[Ni(CO)_x]$を形成する。化学式における x の値を求めよ。あわせて，その化合物の立体構造を図で描写せよ。なお Ni の原子番号は 28 である。

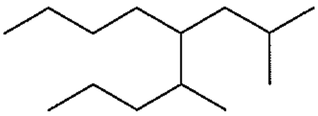
理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

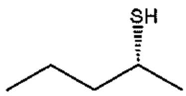
試験科目：専門科目　（ 理工基礎（化学基礎）　）

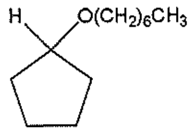
試験時間：（　１５０　）分

5　次の問 1～問 4 に答えよ。

問 1　次の 1)～3)に示す化合物の名称を記せ。光学異性体の場合 *R*, *S* 表記法による絶対配置を含めること。

1) 

2) 

3) 

問 2　求核置換反応に関する次の 1)～3)に答えよ。

1) アセトン溶液中，(*R*)-2-ヨードオクタンにヨウ化ナトリウムを作用させると，2-ヨードオクタンの光学活性が失われる。この理由を 100 字程度で説明せよ。

2) ヨードメタンと塩化物イオンの反応は，メタノール溶液中と *N*,*N*-ジメチルホルムアミド溶液中のいずれにおいて反応速度が速いか答えよ。また，その理由を 80 字程度で説明せよ。

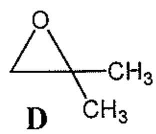
3) アセトンと水の混合溶媒中における化合物 **A**, **B**, **C** の加溶媒分解反応について，反応速度が速い順に化合物を **A** > **B** > **C** のように並べ，その理由を 100 字程度で説明せよ。

A	**B**	**C**
$(CH_3)_2CHCH_2CH_2$-Br	$(CH_3)_2CHCHCH_3$ (Br on the second CH)	$(CH_3)_2CCH_2CH_3$ (Br on C)

問 3　右下の化合物 **D** を出発物質として，次の反応 1), 2)を行った。各反応の主生成物の構造を示せ。

1) メタノール中で希塩酸を滴下し，撹拌した。

2) ジエチルエーテル中で重水素化アルミニウムリチウム（$LiAlD_4$）と反応させた後，中和した。



D

問 4　メタンと塩素 Cl_2 の混合物に光照射すると，塩素原子が生成してメタンの塩素化が起こる。メタンからクロロメタンへのモノクロロ化反応について，次の 1), 2)に答えよ。

1) この反応は複数の段階からなるラジカル連鎖機構を経て進行する。詳細な機構を各段階の名称と共に示せ。

2) 光照射によりほんの少しの塩素原子が生成するだけで，メタンの塩素化がスムーズに進行する理由について，50 字程度で説明せよ。

２０２６年度大学院入試問題（２０２５年　９月１０日実施）

理工学　専攻（ 博士前期/修士・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　）／ 専門科目 （ 理工基礎（化学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

6　次の問 1～問 4 に答えよ。

問 1　次の化合物 1)～3)の構造式を示せ。

1) *trans*-3-(2-プロペニル)シクロヘキサノール
2) 3-エチニルシクロペンテン
3) (*Z*)-6-クロロ-5-ヘプテン-2-オン

問 2　次の反応 1)～3)で予想される主生成物の構造を示せ。反応 3)の生成物については，立体化学が分かるように示すこと。

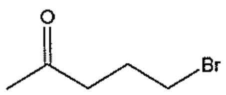
1) $CH_3CH_2C\equiv CH \xrightarrow{Br_2,\ H_2O}$

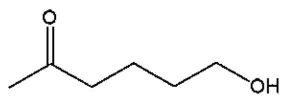
2) $OHC(CH_2)_4CHO \xrightarrow[-H_2O]{NaOH,\ H_2O}$

3) 

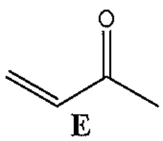
問 3　次の反応 1)，2)に示した出発物質から目的化合物を効率よく得る合成法を，それぞれ提案せよ。ただし，必要な試薬は適宜加えてよい。

1) 出発物質：ベンゼン　⟶　目的化合物：1-クロロ-3-エチルベンゼン

2) 出発物質： 

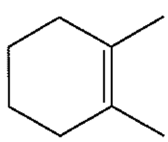
⟶　目的化合物： 

問 4　次に示す化合物 **E** の塩基性水溶液中での水和反応の機構と生成物の構造を示せ。



E

問 5　次に示す化合物 **F** を，炭素上にパラジウムを分散させた触媒を用いて，水素 H_2 と反応させた。立体化学が分かるように生成物の構造を示せ。また，生成物が不斉炭素を持つか，キラルな化合物であるか否かについて述べ，なぜこの立体化学を持つ化合物が生成するか，適宜図を用いて，200 字以内で説明せよ。



F

２０２６年度大学院入試問題（２０２５年　９月１０日実施）

理工学　専攻（ $\boxed{\text{博士前期/修士}}$ ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　）／ 専門科目 （ 理工基礎（数学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

注意事項

1. 試験問題は6問（$\boxed{1}$ ～ $\boxed{6}$）である。
   この中から４問を選んで解答せよ。４問を超えて解答してはならない。

2. それぞれの解答用紙に，１問のみ解答すること。

3. 配布された４枚の解答用紙すべてに受験番号，氏名，問題番号を記入すること。

4. 解答できなかった場合も受験番号，氏名，問題番号を記入した解答用紙を提出すること。
   すなわち受験生は配布された４枚の解答用紙をすべて提出すること。

5. 解答用紙に受験番号，氏名，問題番号の記入がない場合，その解答は無効とする。

6. 配布された計算用紙は採点対象外である。解答、解答過程等は解答用紙に記入すること。

記号：

$\mathbb{C}$，$\mathbb{R}$，$\mathbb{Q}$，$\mathbb{Z}$ はそれぞれ複素数全体の集合，実数全体の集合，有理数全体の集合，整数全体の集合を表す。

理工学　専攻（ 博士前期/修士・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　）／ 専門科目 （ 理工基礎（数学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

1 (1) (i)

$$\bigcap_{n=1}^{\infty}\left(0, \tfrac{1}{n}\right] = \emptyset$$

を示せ.

(ii)

$$\bigcup_{n=1}^{\infty}\left[\tfrac{1}{n}, 3-\tfrac{1}{n}\right)$$

はどのような集合か具体的に記述せよ.

(2) 次の命題が正しければ証明し, そうでなければ反例を挙げよ.

(i) $f: X \longrightarrow Y$ が全射ならば, 任意の部分集合 $A \subset X$ に対して $A = f^{-1}(f(A))$ である.

(ii) $f: X \longrightarrow Y$ が全射ならば, 任意の部分集合 $B \subset Y$ に対して $B = f(f^{-1}(B))$ である.

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　）／ 専門科目　（ 理工基礎（数学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

2

(1) 実数 a に対し，$A = \begin{pmatrix} a-1 & -a & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$ とする．次の問いに答えよ．

(i) A の固有値を求めよ．

(ii) A が対角化可能であるための a の必要十分条件を求め，その条件の下で A を対角化せよ．

(2) n を自然数とする．ベクトル空間 $\mathbb{R}^n$ に標準内積

$$(x, y) = \sum_{j=1}^{n} x_j y_j, \quad x = (x_1, \ldots, x_n),\, y = (y_1, \ldots, y_n) \in \mathbb{R}^n$$

を与える．$\mathbb{R}^n$ の部分空間 V, W に対してそれらの和 $V + W$ および V の直交空間 $V^\perp$ を

$$V + W = \{x + y \mid x \in V,\, y \in W\},$$

$$V^\perp = \{x \in \mathbb{R}^n \mid (x, y) = 0\ (\forall y \in V)\}$$

で定義する．

(i) $V + W$ および $V^\perp$ が $\mathbb{R}^n$ の部分空間であることを示せ．

(ii) $\mathbb{R}^n = V + W$ かつ $W \subset V^\perp$ ならば $V \cap W = \{0\}$ かつ $V^\perp = W$ であることを示せ．

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　）／専門科目　（ 理工基礎（数学基礎）　）

試験時間：（　１５０　）分

3　(1) 次の２重積分を計算せよ.

$$\int_0^1 dy \int_{\sqrt[3]{y}}^1 \sqrt{x^4+2}\, dx$$

(2) n を自然数, $\alpha > -1$ とするとき, 広義積分

$$I_n := \int_0^1 x^\alpha (\log x)^n\, dx$$

を考える. I_n の値を求めよ.

(3) 関数 f を $\mathbb{R}$ 上で定義された実数値関数とし, $a \in \mathbb{R}$ とする.

(i) f が $x = a$ で連続であること, すなわち $\lim_{x \to a} f(x) = f(a)$ となることの定義を ε-δ 論法に則って論理記号で書き表せ.

(ii) f が $x = a$ で連続でないことを論理記号で書き表せ.

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　）／ 専門科目 （ 理工基礎（数学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

4 $\mathbb{C}^\times$ を 0 以外の複素数からなる乗法群とする．位数 n の巡回群 G に対して，

$$\widehat{G} = \{\chi : G \to \mathbb{C}^\times \mid \chi \text{は準同型写像}\}$$

とする．

(1) $\widehat{G}$ における演算を $\chi, \chi' \in \widehat{G}$ に対して

$$(\chi\chi')(g) := \chi(g)\chi'(g) \quad (g \in G)$$

と定めるとき，$\widehat{G}$ は群であることを示せ．$\widehat{G}$ を G の双対群と呼ぶ．

(2) $\widehat{G}$ は位数 n の巡回群であることを示せ．

(3) $\widehat{G}$ の単位元を $\mathbf{1}$ とする．$\chi \in \widehat{G}$ に対して

$$\sum_{g \in G} \chi(g) = \begin{cases} n & (\chi = \mathbf{1} \text{ のとき}) \\ 0 & (\chi \neq \mathbf{1} \text{ のとき}) \end{cases}$$

であることを示せ．

(4) $g \in G$ に対して $g^* : \widehat{G} \to \mathbb{C}^\times$ を

$$g^*(\chi) = \chi(g) \quad (\chi \in \widehat{G})$$

と定める．

(i) g^* は準同型写像であることを示せ．

(ii) $\widehat{\widehat{G}}$ を $\widehat{G}$ の双対群とする．このとき，写像

$$\varphi : G \to \widehat{\widehat{G}} \quad (g \mapsto g^*)$$

は群の同型写像であることを示せ．

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　）／ 専門科目 （ 理工基礎（数学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

5 $p(t), q(t)$ を $\mathbb{R}$ 上の実数値連続関数とする.

(1) $x(t)$ を未知関数とする 1 階常微分方程式の初期値問題

$$\frac{dx(t)}{dt} = p(t)x(t) + q(t), \quad x(0) = x_0$$

の解を求めよ.
(公式による解をそのまま答えるのではなく，その公式が得られる過程を詳述すること.)

(2) $x(t)$ を未知関数とする 2 階常微分方程式

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + p(t)\frac{dx(t)}{dt} + q(t)x(t) = 0$$

の解全体の集合が $\mathbb{R}$ 上の実数値関数全体のなす実線形空間の中の 2 次元の部分空間となることを示せ.

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：第　外国語　（　　　　　）／ 専門科目　（ 理工基礎（数学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

6 なめらかな平面曲線

$$\gamma(s) = (x(s), y(s)) \qquad (0 \leq s \leq \ell)$$

と空間曲線

$$\widetilde{\gamma}(s) = (x(s), y(s), 0) \qquad (0 \leq s \leq \ell)$$

について, 次の問いに答えよ.

(1) s が曲線 $\gamma(s)$ の弧長パラメータであるための必要十分条件が, $|\gamma'(s)| = 1$ であることを証明せよ.

以後, 曲線 $\gamma(s)$ の媒介変数 s は弧長パラメータであるとする.

(2) 平面曲線 $\gamma(s)$ の曲率 $\kappa(s)$ の定義を書き下せ.

以後, 任意の s で, $\kappa(s) \neq 0$ とする.

(3) 空間曲線 $\widetilde{\gamma}(s)$ の曲率 $\widetilde{\kappa}(s)$ は, 平面曲線 $\gamma(s)$ の曲率の絶対値 $|\kappa(s)|$ に一致することを示せ.

(4) 空間曲線 $\widetilde{\gamma}(s)$ の捩率 $\widetilde{\tau}(s)$ は定数関数 0 であることを示せ.

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目： 専門科目　（ 理工基礎（物理学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

注意事項

1. 試験問題は６問（1 ～6）である。
   この中から５問を選んで解答せよ。５問を超えて解答してはならない。

2. それぞれの解答用紙に，１問のみ解答すること。

3. 配布された５枚の解答用紙すべてに受験番号，氏名，問題番号を記入すること。

4. 解答できなかった場合も受験番号，氏名，問題番号を記入した解答用紙を提出すること。
   すなわち受験生は配布された５枚の解答用紙をすべて提出すること。

5. 解答用紙に受験番号，氏名，問題番号の記入がない場合，その解答は無効とする。

6. 配布された計算用紙は採点対象外である。解答、解答過程等は解答用紙に記入すること。

２０２６年度大学院入試問題（２０２５年　９月１０日実施）

理工学　専攻（ 博士前期/修士・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目（ 理工基礎（物理学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

$\boxed{1}$

1. 実対称行列 $A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & -1 \\ 1 & 3 & 1 \\ -1 & 1 & 3 \end{pmatrix}$ について，以下の問いに答えよ。

(1) 行列 A のすべての固有値，および，規格化された固有ベクトルを求めよ。

(2) 三つの行列の積 $U^{-1}AU$ が対角行列になるような実ユニタリ行列（正規直交行列）U を求め，対角行列 $U^{-1}AU$ の形を求めよ。ただし，U^{-1} は U の逆行列である。

(3) 行列 A の逆行列 A^{-1} を求めよ。

2. 次の行列 B の行列式の値を求めよ。

$$B = \begin{pmatrix} 1 & a & a^2 & 0 \\ 0 & 1 & a & a^2 \\ a^2 & 0 & 1 & a \\ a & a^2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

理工学　専攻（ $\boxed{\text{博士前期/修士}}$ ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目： 専門科目　（ 理工基礎（物理学基礎） ）

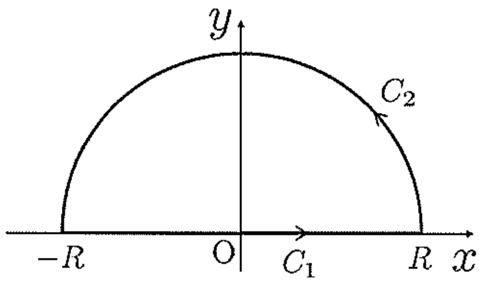
試験時間：（　１５０　）分

$\boxed{2}$ 実数 x で表される関数 $f(x)$

$$f(x) = \frac{x^2}{1+x^4}$$

に対する積分 $\displaystyle\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\mathrm{d}x$ を，複素積分を利用して求めていく。以下では実変数 x, y に対して，$z = x + iy$ を複素変数，i を虚数単位とする。

1. 十分大きな正の実数 R を用いて，図のような複素平面上の C_1 と C_2 からなる積分路 C を考える。ここで，積分路 C_1 は $-R \leq x \leq R$, 積分路 C_2 は $y \geq 0$ の領域における原点Oを中心とした半径 R の半円の円弧を表す。このとき，積分路 C の中にある極の座標をすべて求めよ。



2. 小問 1. で得られた極の位置における留数をそれぞれ求めよ。
3. 積分路 C_2 上での積分 $\displaystyle\int_{C_2} f(z)\mathrm{d}z$ を極形式で表せ。
4. 小問 3. の結果を用いて，以下を示せ。

$$\lim_{R\to\infty}\int_{C_2} f(z)\mathrm{d}z = 0$$

5. 小問 4. の結果を用いて，与えられた積分

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\mathrm{d}x = \lim_{R\to\infty}\int_{C} f(z)\mathrm{d}z$$

を求めよ。

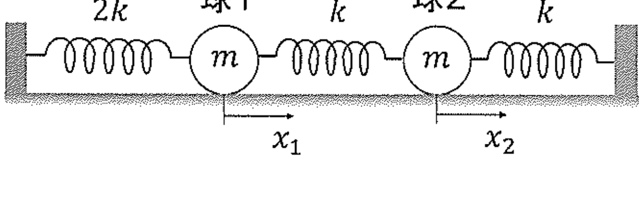
理工学　専攻（ $\boxed{\text{博士前期/修士}}$ ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目： 専門科目 （ 理工基礎（物理学基礎） ）

試験時間：（ １５０ ）分

$\boxed{3}$ 図のように, 質量 m の球 1, 球 2 と 3 つのばねがつながれている。このときばねの自然長からののびはゼロである。左右のばねの端は壁に固定されており, ばね定数は左から $2k$, k, k とする。床と球との間には摩擦がなく, 球は質点とみなせるとする。また, 時刻を t とする。

1. 球 1 の変位を x_1 とし, 球 1 の運動方程式を記せ。ただし, 右向きを正とする。
2. 球 2 の変位を x_2 とし, 球 2 の運動方程式を記せ。ただし, 右向きを正とする。
3. $\boldsymbol{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}$ とし, 小問 1. と 2. で求めた運動方程式を, 行列 M を用いて
$$\frac{\mathrm{d}^2}{\mathrm{d}t^2}\boldsymbol{x} = -\frac{k}{m}M\boldsymbol{x}$$
という形に書く。このとき M を求めよ。
4. 行列 M の固有値を求め, 小問 3. の運動方程式で表される運動の固有振動数を答えよ。
5. 小問 4. の固有値に対応する固有ベクトルを求めよ。ただし, 第 1 成分を 1 とせよ。
6. 球 1 を図の位置に固定したまま, 球 2 を x_0 だけ変位させた位置に固定し, 時刻 $t = 0$ において両方の固定を同時にはずした。時刻 t における球 1 の変位 $x_1(t)$ を求めよ。



理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目： 専門科目　（ 理工基礎（物理学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

4　以下では真空の誘電率を ε_0 とする。

1. 原点に置かれた半径 R の球の内部に電荷が一様に分布しており，全電荷が $+Q$ $(Q > 0)$ である。球の内側と外側で場合分けをし，位置 $\boldsymbol{r}$ における電場 $\boldsymbol{E}(\boldsymbol{r})$ の向きと大きさを求めよ。

2. この球の内部にある x 軸上の点 x_0 $(0 < x_0 < R)$ に，自由に動ける電気量 $-q$ $(q > 0)$ の点電荷を置いたところ，この点電荷は $\boldsymbol{E}(\boldsymbol{r})$ による力を受けて，球の内部で単振動を行った。この単振動の角振動数 ω_0 を求めよ。ただし，球の内部に一様に分布している正の電荷は動かないものとし，球の中で運動する点電荷の有効質量を m とする。

3. z 方向に磁束密度 $\boldsymbol{B}$ の一様な磁場をかけて，小問 2. と同様に，球の内部 x 軸上の点 x_0 に電気量 $-q$ $(q > 0)$ の点電荷を置いたところ，この点電荷は x-y 面内で運動を行った。点電荷の x 座標を $x(t)$，y 座標を $y(t)$ として運動方程式を書き下せ。なお，式を簡単にするために，$\dfrac{q|\boldsymbol{B}|}{m} = \omega_c$ として，ω_0 と ω_c を用いて表すこと。

4. 小問 3. で求めた運動方程式の解を求めるために，i を虚数単位として複素数の関数 $u(t) = x(t) + iy(t)$ を定義する。$x(t)$ と $y(t)$ に関する運動方程式から，$u(t)$ に関する運動方程式を導け。

5. $u(t)$ の解を $u(t) = Ce^{i\omega t}$ とおくと，ω として二つの解 ω_1 と ω_2 が得られる。これにより，$u(t)$ の一般解は，複素数の定数 C_1 と C_2 を用いて，

$$u(t) = C_1 e^{i\omega_1 t} + C_2 e^{i\omega_2 t}$$

と表されることがわかる。$x(t)$ と $y(t)$ の一般解を書き下せ。なお，C_1 と C_2 はそのまま用いて良い。

6. 以上より，磁場をかけることで，点電荷の運動は角振動数 ω_0 の単振動から，二つの単振動が重なった複雑な運動になることがわかった。二つの単振動の角振動数の差を求めよ（ω_1 と ω_2 のどちらかは負であることに注意せよ）。

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目： 専門科目 （ 理工基礎（物理学基礎） ）

試験時間：（ １５０ ）分

5 次頁の図１のように，原点について対称な幅 $2a$，深さ $V_0(>0)$ の以下の関数で与えられる井戸型ポテンシャルに質量 m の電子が束縛されている。

$$V(x)=\begin{cases} V_0 & (\text{領域}\,1: x<-a) \\ 0 & (\text{領域}\,2: -a\le x\le a) \\ V_0 & (\text{領域}\,3: a<x) \end{cases}$$

領域１，領域２，領域３における電子の波動関数 $\psi_1(x)$, $\psi_2(x)$, $\psi_3(x)$ の一般解は，実数の定数 A, B, C, D と β, γ を用いてそれぞれの次のように書かれるとする。

$$\psi_1(x)=A\exp(\gamma x)$$
$$\psi_2(x)=B\sin\beta x+C\cos\beta x$$
$$\psi_3(x)=D\exp(-\gamma x)$$

ここで，電子の取り得るエネルギー固有値を E $(0<E<V_0)$，換算されたプランク定数を $\hbar$ とする。

1. 各領域における時間に依存しないシュレーディンガー方程式を m, $\hbar$, E, V_0, および $\psi_1(x)$, $\psi_2(x)$, $\psi_3(x)$ を用いて表せ。

2. それぞれの領域の波動関数の一般解と小問１. から，β と γ をそれぞれ m, $\hbar$, E, V_0 を用いて表せ。ただし，β と γ は正であるとする。

3. 求める波動関数が偶関数であるとする。このとき，境界 $x=-a$ において波動関数 $\psi_1(x)$ と $\psi_2(x)$ が，また，境界 $x=a$ において波動関数 $\psi_2(x)$ と $\psi_3(x)$ が滑らかに接続する条件を β, γ, a を用いて表し，それぞれの場合について一致することを示せ。

4. $\xi=\beta a$, $\eta=\gamma a$ として，小問３. の β と γ の関係を ξ と η を使って書き直し，図２を参考にグラフの概形を描け。

5. 小問２. から，$\xi^2+\eta^2$ を a, m, $\hbar$, V_0 を用いて表せ。

6. 小問４. と５. の結果から，両式を満たす解 ξ, η が１個だけある場合の a に対する条件を m, $\hbar$, V_0 を用いて表せ。説明には小問４. で描いたグラフの概形を用いて良い。

次頁に続く

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目： 専門科目　（ 理工基礎（物理学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

7. 次に，波動関数が奇関数である場合を考える。小問 3. と同様に，それぞれの境界で滑らかに接続する条件を β, γ, a を用いて表し，$\xi = \beta a, \eta = \gamma a$ として図 2 を参考に新たにグラフの概形を描け。

8. 偶関数の場合と同様に，小問 5. と小問 7. の両方を満たす解 ξ, η が少なくとも 1 個あるための a の条件を $m, \hbar, V_0$ を用いて表せ。説明には小問 7. で描いたグラフの概形を用いて良い。

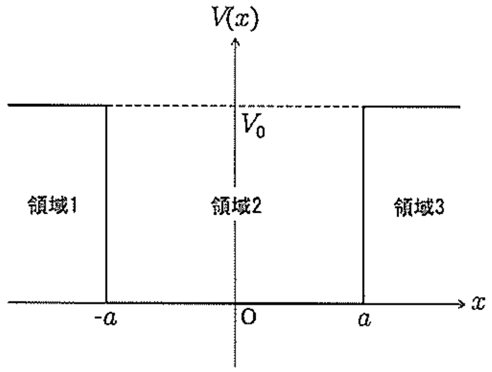


図 1

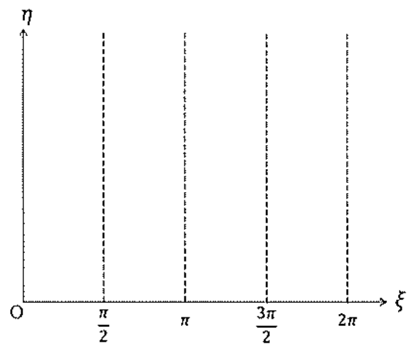


図 2

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目： 専門科目　（ 理工基礎（物理学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

6 大きさが $s = 1/2$ で互いに独立なスピンを N 個用意する。z 軸方向を向く一様な磁束密度の大きさを B とするとき，スピンの状態 $s_z = +1/2$, および, $s_z = -1/2$ に対応する固有エネルギーはそれぞれ $E_+ = -\gamma B$, $E_- = +\gamma B$ と与えられる。また，ボルツマン定数を k_{B} とする。

1. $B = 0$ のとき，N 個のスピンのエントロピー S をボルツマンの原理を用いて答えよ。
2. 以下の設問では $B > 0$ とする。温度 T の状態における分配関数 Z を書き下し，ヘルムホルツ自由エネルギー F の表式を求めよ。
3. 低温極限 $T \to 0$ におけるヘルムホルツ自由エネルギー F の表式を求め，基底状態での内部エネルギーと比較せよ。
4. 熱力学の公式 $S = -\partial F/\partial T$ を用いてエントロピー S の表式を求めよ。
5. 高温極限 $T \to \infty$ で，小問 4. のエントロピー S の値を求めよ。
6. 外部から熱の出入りがないようにして，B の値を断熱的にゆっくりと小さくした。系の状態はどのように変化するか述べよ。

２０２６年度大学院入試問題（２０２５年　９月１０日実施）

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目： 専門科目　（ 理工基礎（生物科学基礎）　）

試験時間：（　１５０　）分

注意事項

1. 試験問題は７問（ 1 ～ 7 ）である。

   問題 1 は全員解答すること。問題 2 ～ 7 からは３問選択して解答すること。
   問題 1 を含めて５問以上解答してはならない。

2. それぞれの解答用紙に，１問のみ解答すること。

3. 配布された４枚の解答用紙すべてに受験番号，氏名，問題番号を記入すること。
   解答用紙に受験番号，氏名，問題番号の記入がない場合，その解答は無効とする。

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（生物科学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

次の問題 1 は全員回答すること。

1　以下の（１）～（５）の語句をそれぞれ１２０字程度で説明せよ。

（１）クロマチン繊維

（２）エピジェネティックな遺伝

（３）分子シャペロン

（４）ギャップ結合

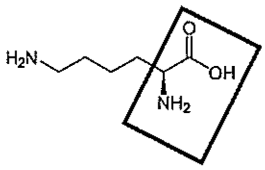
（５）Ｇタンパク質共役型受容体

以下の問題 2 ～ 7 より３問選択して解答すること。問題 1 を含めて５問以上解答してはならない。

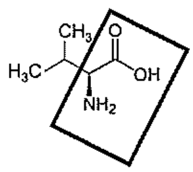
2　極性物質、非極性物質、および両親媒性物質に関する以下の小問に答えよ。

（１）極性物質、非極性物質、および両親媒性物質とはどのような物質をいうか、説明せよ。

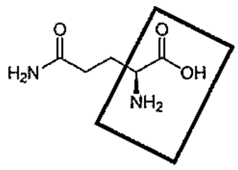
（２）下のアミノ酸のうちから極性側鎖を持つものを全て選んで番号で答えよ。四角で囲ってあるのはペプチド結合した時に主鎖となる部分であり、囲っていない部分が側鎖である。



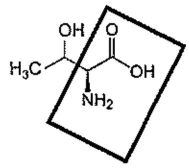
①



②



③



④

（３）細胞膜の構成成分であるリン脂質を水中でホモジェナイズすると、リン脂質はリポソームを形成する。一方、界面活性剤を水中に投入すると、界面活性剤はミセルを形成する。リポソームとミセルの構造の模式図を描き、その違いを文章で説明せよ。

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（生物科学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

3　ミトコンドリアはほぼ全ての真核細胞に存在し、現在の真核細胞の祖先に飲み込まれた細菌に由来すると考えられている。以下の小問に答えよ。

（１）ミトコンドリアを構成するタンパク質はどこにコードされ、どこで転写・翻訳されてミトコンドリアを構成するようになるかを説明せよ。

（２）ヒト由来の株化細胞において、緑色蛍光タンパク質（GFP）を使ってミトコンドリアを可視化したい。どのようにするか、材料の作製から観察までの手順を具体的に説明せよ。

4　複製と転写に関する以下の小問に答えよ。

（１）細胞内での DNA 複製において、DNA ポリメラーゼが DNA 合成を開始する前に DNA ヘリカーゼとプライマーゼが関わる工程がある。その工程を詳しく説明せよ。また、PCR においてはその工程はどのように行われるかを説明せよ。

（２）転写の調節は、原核生物ではオペレーターにおいて行われるが、真核生物ではエンハンサーを用いて行われる。この違いにより、真核生物の転写調節機構は原核生物の転写調節機構に比べて真核生物にとってどのような利点があるかを説明せよ。

（３）RNA ポリメラーゼには DNA ポリメラーゼにあるような校正機能はない。RNA ポリメラーゼはなぜ DNA ポリメラーゼほど正確でなくてもよいのかを考察し、説明せよ。

5　植物細胞ではミトコンドリアと葉緑体がエネルギー代謝の中心として働く主要な細胞小器官として知られている。これらに関する以下の小問に答えよ。

（１）ミトコンドリアと葉緑体は、ともに電子伝達系を有している。これらの電子伝達系における共通点と相違点を説明せよ。

（２）ミトコンドリアと葉緑体は、類似した ATP 合成酵素を持つ。その構造と働きについて説明せよ。

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（生物科学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

6　生物学の研究では、ある遺伝子の発現量を比較する手法として mRNA を逆転写して作られる cDNA を鋳型とした PCR や Real Time PCR が用いられてきた。これらの手法に関する以下の小問に答えよ。

（1）近年は Real Time PCR が主流となっている。その理由を PCR の問題点および Real Time PCR におけるその改良点を踏まえて説明せよ。

（2）これらの手法では対象となる遺伝子に加え、ハウスキーピング遺伝子の発現量も解析する必要がある。その目的を、ハウスキーピング遺伝子の特徴を踏まえて説明せよ。

7　ヒト体内での組織の維持に関する以下の小問に答えよ。

（1）ヒトの体内の組織はそれぞれ複数の種類の細胞で構成されており、それらの細胞は絶えず死んでは入れ替わっている。細胞が入れ替わっても組織が維持されているのはなぜかを説明せよ。

（2）わたしたちが大量の電離放射線を浴びると、数日で激しい消化器障害を起こす。この症状は体内のどの細胞で何が起きたことによるか、なぜ数日で起こるかを含めて説明せよ。

２０２６年度大学院入試問題（２０２５年　９月１０日実施）

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（情報学基礎） ）

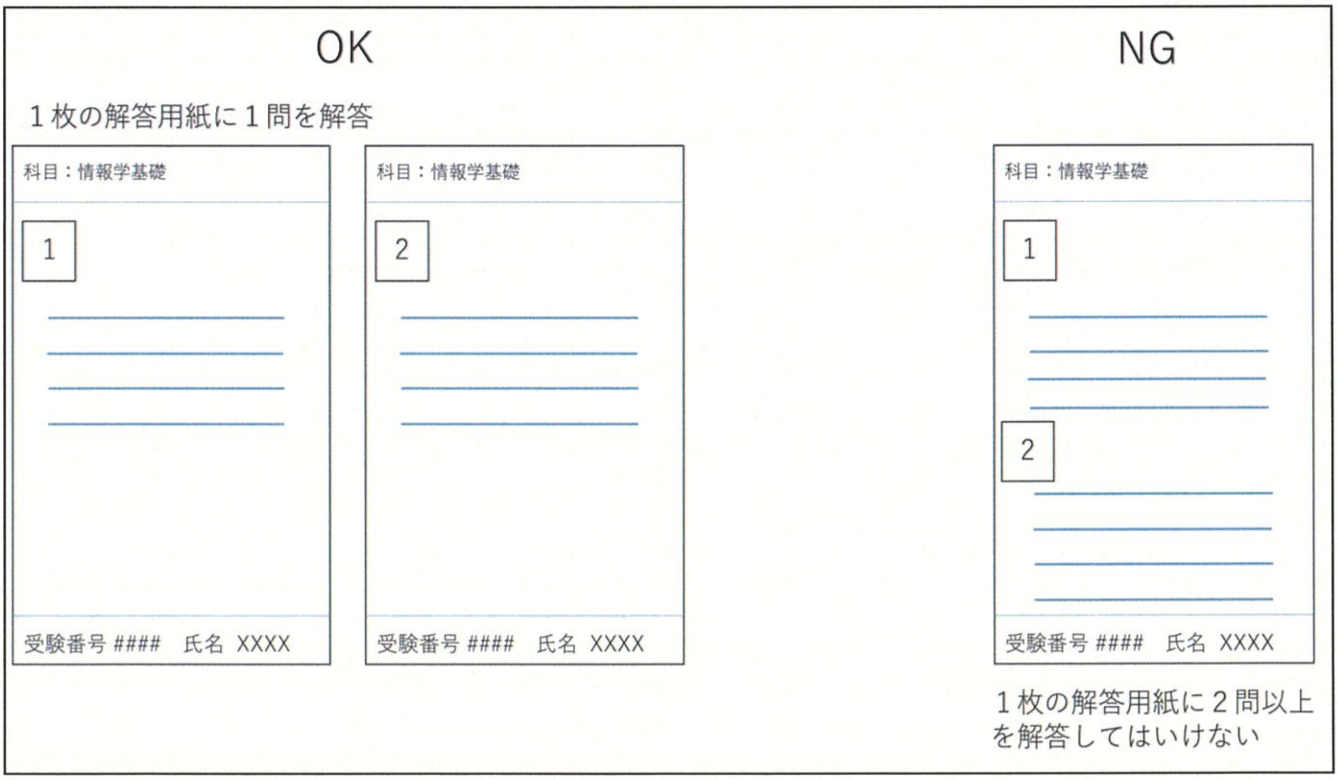
試験時間：（　１５０　）分

注意事項

1. 試験問題は７問（$\boxed{1}$ ～ $\boxed{7}$）である。
この中から５問を選んで解答せよ。５問を超えて解答してはならない。

2. それぞれの解答用紙に，１問のみ解答すること。１枚の解答用紙に２問以上解答した場合にはその解答は無効となる場合がある（本ページ下部の図参照）

3. 配布された５枚の解答用紙すべてに受験番号，氏名，問題番号を記入すること。
解答用紙に受験番号，氏名，問題番号の記入がない場合，その解答は無効とする。



理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（情報学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

1

(1) コンピュータのしくみに関して以下の問いに答えよ。

(a) コンピュータにおけるレジスタとはなにか説明せよ。また、どのような目的のために使われるかを示せ。さらに、レジスタが主記憶装置と比較してどのような特徴を持つか説明せよ。

(b) ROM(Read Only Memory)とRAM(Random Access Memory)それぞれについて、両者の特徴や使われ方の違いを意識して説明せよ。

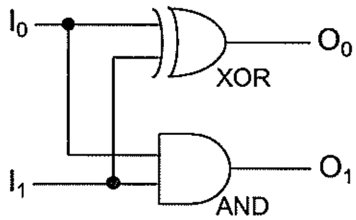
(c) 中央演算装置(CPU)のマルチコア化とはなにか説明せよ。さらに、マルチコアプロセッサはシングルコアプロセッサよりもどのような点が優れているか示せ。

(2) 組み合わせ回路に関して以下の問いに答えよ。

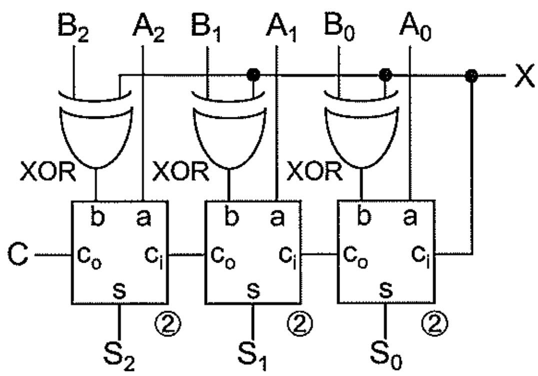
(a) 組み合わせ回路１は、下左図のように２入力 I_0, I_1 と２出力 O_0, O_1 を持ち，O_0 は I_0 と I_1 の排他的論理和(XOR)で与えられ、O_1 は I_0 と I_1 の論理積(AND)で与えられるものとする。組み合わせ回路１の真理値表を示せ。

(b) 組み合わせ回路２は、下左図のように２個の組み合わせ回路１(図中の①)と１個のOR(論理和)素子を組み合わせた回路である。組み合わせ回路２は、３入力 a, b, c_i と２出力 s, c_o を持つ。組み合わせ回路 ２ の真理値表を示せ。また、この回路は一般にどのような用途で使われるか記せ。

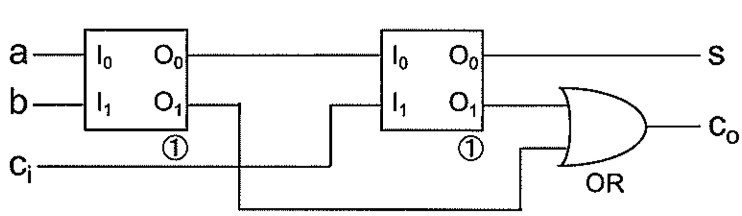
(c) 組み合わせ回路３は、下右図のように３個の組み合わせ回路２(図中の②)と３個のXOR(排他的論理和)素子を組み合わせた回路である。組み合わせ回路３は、７入力 A_2, A_1, A_0, B_2, B_1, B_0, X と４出力 S_2, S_1, S_0, C を持つ。組み合わせ回路３の動作を数値例を使うなどして説明せよ。また、この回路がコンピュータの演算装置の一部として使われることを意識して、どのような機能を果たすかについてくわしく説明せよ。



組み合わせ回路1



組み合わせ回路3



組み合わせ回路2

理工学　専攻（ 博士前期/修士・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（情報学基礎）　）

試験時間：（　１５０　）分

2

プログラミング言語に関する以下の設問に答えよ。

(1) 次の説明文の空欄(A)〜(J)に当てはまる最も適切な言葉を選択肢 1〜20 から選び、その番号を解答せよ。

説明文

インタプリタは、プログラムの（A）を実行時に 1 行ずつ読み取り、その内容に応じて（B）実行する方式である。この方式では、実行前に（C）ファイルを生成する必要がなく、その場でコードを動作させられるため、短いプログラムの試行や（D）作業に向いている。

一方で、(A)を逐次処理して実行するため、通常は（E）方式よりも実行速度が（F）である。これを改善するため近年のインタプリタは(A)を直接解釈実行するのではなく、一度（G）に変換してから（H）で実行するものが多い。この場合、（I）解析や（J）解析が終わっているため、従来のインタプリタと比較して速度が向上する。

選択肢

1. 実行可能　2. コンパイル　3. その都度、機械語のオブジェクトコードを生成して
4. 高速　5. バイトコード　6. 静的リンク　7. 字句　8. 仮想マシン
9. デバッグ　10. ソースコード　11. 構文　12. 依存関係
13. あらかじめ用意された機械語ルーチンを呼び出して　14. 意味　15. 動的リンク
16. 低速　17. 機械語　18. 最適化　19. 編集　20. アセンブラ

(2) 定数について特徴、使用する目的、使用する利点を説明せよ。

(3) 動的型付き言語について特徴と利点を説明せよ。

(4) ライブラリの静的リンクと動的リンクのそれぞれについて特徴、利点、欠点を説明せよ。

理工学　専攻（ 博士前期/修士・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（情報学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

3 以下のプログラムは、ある値を求めるプログラムである。以下の問に答えよ。

```
#include <stdio.h>
int main() {
    double initial = 1.0;
    double final = 6.0;
    int n = 5;
    double width = (final - initial) / n;
    double area = 0.0;
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        double x1 = initial + i * width;
        double x2 = initial + (i + 1) * width;
        double y1 = x1* x1;
        double y2 = x2* x2 ;
        area += (y1 + y2) * width / 2;
    }
    printf("%f¥n", area);
}
```

問 1　出力を示せ。

問 2　何を求めるプログラムなのかを記述せよ。

問 3　網掛けの部分を for 文を使わずに以下のように書き換えた。空欄（ア）、（イ）に当てはまるコードを記述せよ。

```
#include <stdio.h>
int main() {
    double initial = 1.0;
    double final = 6.0;
    int n = 5;
    double width = (final - initial) / n;
    double area=0.0;
    double y0 = initial * initial;
    double yn = final * final;
    int m = n - 1;
    double sum_i = [      (ア)      ];
    double sum_i2 = [      (イ)      ];
    double sum_middle = m * (initial * initial) + 2 * initial * width * sum_i + (width * width) * sum_i2;
    area = width / 2.0 * (y0 + 2 * sum_middle + yn);
    printf("%f¥n", area);
}
```

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（情報学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

4

図に示すディジタルフィルタについて，以下の問に答えよ。

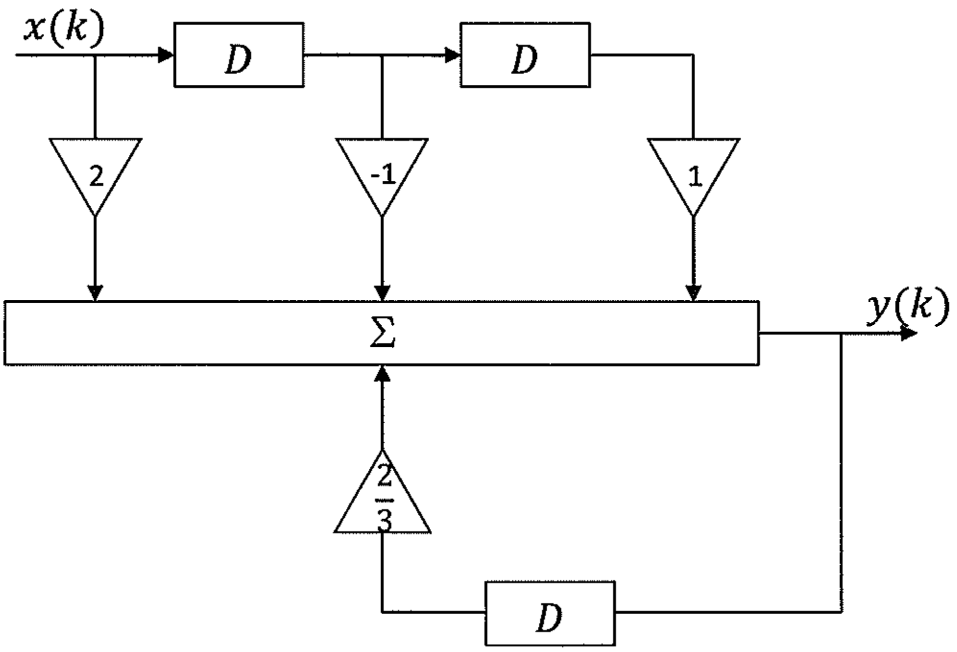
(1) 入力 $x(k)$，出力 $y(k)$ の間の関係を差分方程式として表現せよ。

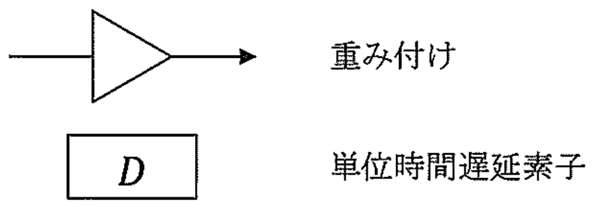
(2) 伝達関数 $H(z)$ を求めよ。

(3) 単位インパルス応答の z 変換 $Y(z)$ を求めよ。

(4) 単位インパルス応答 $y(k)$ を求めよ。

(5) フィルタの安定性を判別せよ。





理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（情報学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

5

(1) $f(n)$ と $g(n)$ を正の整数から非負実数への関数とする。$n > n_0 \Longrightarrow f(n) < c \cdot g(n)$ となる正の実数 n_0, c が存在するとき $f(n) = \mathrm{O}(g(n))$ であるという。正の整数から非負実数への関数を以下に 7 つ記す。

$$\log n, \quad \sqrt{2n}, \quad 10^n, \quad n^{4/3}, \quad n^{\log n}, \quad 2^{\sqrt{\log n}}, \quad n(\log n)^3,$$

$f_1(n) = \mathrm{O}(f_2(n))$, $f_2(n) = \mathrm{O}(f_3(n))$, $\ldots$, $f_6(n) = \mathrm{O}(f_7(n))$ となるように上記の関数を $f_1(n), \ldots, f_7(n)$ として並べ替えよ。

(2) 優先キュー（priority queue）の実装手段の 1 つとして有名なものにバイナリヒープ（binary heap）がある。ここではキー値が小さいものほど優先順位が高いとする。以下の問いに答えよ。なお，正解は唯一とは限らない。

(a) 数列（あるいは配列）で表現されたバイナリヒープが満たすべき条件をすべて記せ。ただし数列の最初の要素の添字は 1 とする。

(b) 数列（あるいは配列）による表現が $(1, 4, 2, 9, 8, 6)$ であるバイナリヒープの 2 分木による表現を図示せよ。

(c) そのバイナリヒープにキー値が 3 の要素を加えた（すなわち push した）後のバイナリヒープの 2 分木による表現を図示せよ。

(d) さらにそのバイナリヒープから最も優先順位の高い要素を 1 つ取り出した（すなわち pop した）後のバイナリヒープを図示せよ。

(3) アルファベット $\Sigma = \{\mathrm{a}, \mathrm{b}\}$ 上の言語のうち，「少なくとも 2 個の a と高々 1 個の b を含む文字列」すべてからなる言語を L とする。例えば L には，aba や aaa などが含まれ，ab や bbaa は含まれない。この言語 L を認識する決定性有限オートマトンの状態遷移図を描け。また，その決定性有限オートマトンを状態集合 Q，アルファベット Σ，状態遷移関数 $\delta\colon Q \times \Sigma \to Q$，開始状態 q_0，受理状態 F の 5 つ組 $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ で表すとき，Q, δ, q_0, F それぞれを具体的に記せ。

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（情報学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

6

(1) リレーショナル代数の基本演算である「射影」「選択」「直積」の各演算ごとに、以下の５項目について説明せよ。

(a) 演算記号

(b) 演算の目的

(c) リレーショナル代数表現の例

(d) (c)が意味する操作の説明

(e) (c)に対応する SQL 文

(2) 以下の障害復旧方式について、それぞれの仕組みと特徴を簡潔に説明し、違いや使い分けのポイントを比較せよ。

(a) ロールフォワード

(b) ロールバック

(c) チェックポイント法

(3) ドキュメント型とグラフ型の NoSQL の違いを説明せよ。

理工学　専攻（ 博士前期/修士 ・博士後期・前後期共通 ）

試験科目：専門科目　（ 理工基礎（情報学基礎） ）

試験時間：（　１５０　）分

7

次の微分方程式を解け。ただし、xを独立変数として、yを従属変数とする。

(1)　$(1+x^2)(1+y^2)y' = (y^2-1)xy$

(2)　$xy' = y - x\cos^2\frac{y}{x}$

(3)　$(y-x)^2y' = 1$

(4)　$x(y'+1) = -\tan(x+y)$