平成30年度専攻科入学者選抜
試験問題一覧（後期学力選抜）

専　攻　等	科	目	出題
各専攻共通	一般科目	数学・応用数学	○
生産システム工学専攻	専門科目	材料力学	○
		熱力学・流体工学	○
		電磁気学	○
		電気回路	○
		電子計算機 (C言語のﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞを含む)	
		制御工学	○
応用化学専攻	専門科目	無機・分析化学	
		有機化学	
		生物化学	
		物理化学	
		化学工学	

平成 30 年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜(後期学力選抜)学力検査

数学・応用数学

I

問 1　ベクトル $\vec{a} = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}$, $\vec{b} = \begin{pmatrix} 0 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix}$ について，次の問いに答えよ。

(1) $|\vec{a} + 3\vec{b}|$ を求めよ。

(2) $\vec{a}$ と $\vec{b}$ に垂直な単位ベクトルを求めよ。

(3) 点 $(3, -2, 1)$ を通り，(2) のベクトルに垂直な平面の方程式を求めよ。

問 2　行列 $A = \begin{pmatrix} 2 & a \\ 2 & 3 \end{pmatrix}$ の固有値を λ, μ $(\lambda \neq \mu)$ とし，固有値 λ に対する固有ベクトルは $c\begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$ (c は 0 でない定数) であるとする。このとき，次の問いに答えよ。

(1) 固有値 λ の値を求めよ。

(2) 定数 a の値を求めよ。

(3) 固有値 μ の値および μ に対する固有ベクトルを求めよ。

問 3　次の行列について，逆行列があればそれを求めよ。

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 5 & 3 \\ 3 & 5 & 5 \end{pmatrix}$$

II

問 1　極方程式 $r = 2(1 + \cos\theta)$ $(0 \leqq \theta \leqq 2\pi)$ で表される曲線で囲まれた図形の面積を求めよ。

問 2　次の不定積分および定積分を求めよ。ただし，$\mathrm{Sin}^{-1}x$ は $\sin x$ の逆関数とする。

(1) $\displaystyle\int \mathrm{Sin}^{-1}x\, dx$

(2) $\displaystyle\int_{-3}^{-1} \frac{dx}{(x+1)^2 + 4}$

問 3　次の関数のマクローリン展開を，0 でない初めの 3 項まで求めよ。

$$f(x) = \log(1 - x^2)$$

問 4　関数 $f(x, y) = 2x^3 + 3x^2 - 2y^2$ について，次の問いに答えよ。

(1) $f_x(x, y) = f_y(x, y) = 0$ を満たす実数の組 (x, y) を求めよ。

(2) この関数の極値を求めよ。

問 5　累次積分 $I = \displaystyle\int_0^1 \int_{\sqrt{x}}^1 (2x + y)\, dy dx$ について，次の問いに答えよ。

(1) I の積分順序を変更せよ。

(2) 累次積分 I の値を求めよ。

III

問 1 x を変数とする未知関数 $y = y(x)$ が，次の微分方程式を満たしている。

$$\frac{d^2y}{dx^2} + 2\frac{dy}{dx} + 10y = R(x) \qquad (R(x)\text{ は }x\text{ の関数})$$

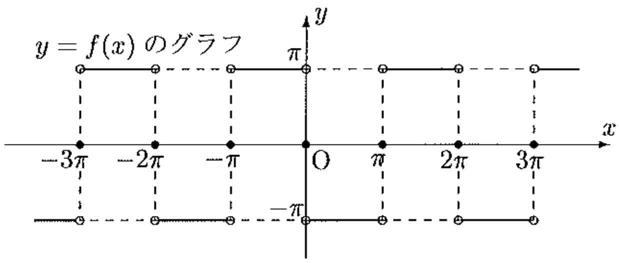
このとき，次の問いに答えよ。

(1) $R(x) = 0$ のとき，この微分方程式の一般解を求めよ。

(2) $R(x) = 5\cos x$ のとき，この微分方程式の 1 つの解を $Y(x) = A\cos x + B\sin x$ と予想して求めよ。

(3) $R(x) = 5\cos x$ のとき，この微分方程式の一般解を求めよ。

問 2 グラフが下の矩形波で表される周期 2π の関数 $f(x)$ がある。このとき，次の問いに答えよ。



(1) $f(x)$ のフーリエ級数は

$$\sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin nx$$

という式になる。係数 b_n を n の式で表せ。

(2) (1) のフーリエ級数に $x = \frac{\pi}{2}$ を代入することにより，和 $1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \cdots$ を求めよ。

問 3 方程式 $z^2 = 2 + 2\sqrt{3}\,i$ の解を $z = r(\cos\theta + i\sin\theta)$ (i は虚数単位) とおくことによって求める。このとき，次の問いに答えよ。

(1) この方程式を満たす r の値を求めよ。(ただし $r > 0$ とする)

(2) この方程式を満たす θ の値を求めよ。(ただし $0 \leqq \theta < 2\pi$ とする)

(3) この方程式を満たす z の値を $a + bi$ (a, b は実数) の形ですべて求めよ。

平成30年度　旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

材　料　力　学

I

問１　直径d=5cm，長さℓ=3mの丸棒にP=100kNの引張荷重を加えた。このとき，引張方向（軸方向）のひずみを測定したところ$\varepsilon=0.255\times10^{-3}$であった。この棒に生じている引張応力$\sigma$と縦弾性係数Eを求めよ。また，ポアソン比$\nu=0.3$として，直径の縮み量$\delta$を求めよ。なお，円周率$\pi$は3.14で計算せよ。

問２　板厚t=5mm，板幅b=50mmの2枚の板が，a=20mmの長さで，図１のように接合されている。この板にP=100kNの荷重が作用するとき，接合面に生ずるせん断応力τを求めよ。また，許容せん断応力をτ_a=200MPaとしたとき，作用させ得る最大の荷重P_{max}はいくらか。

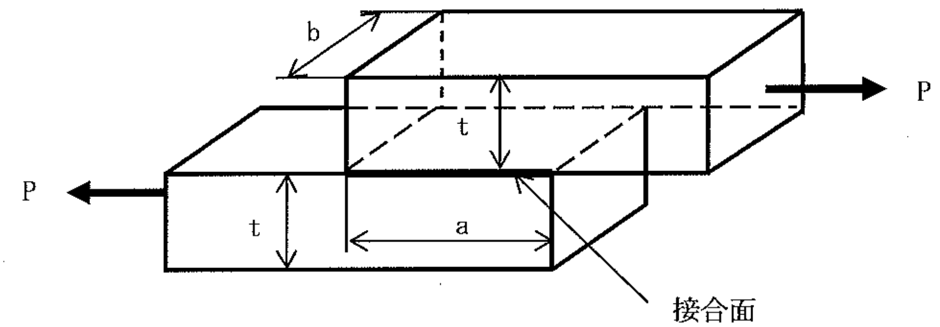


図１

問３　図２のように，重さの無視できる剛体板を天井から２本のワイヤで吊るしている。剛体板にWの荷重を加えるとき，剛体板が水平を保つためには，荷重Wをどの位置に加えればよいか。ただし，ワイヤ１(AC)の断面積はA_1，縦弾性係数はE_1で，ワイヤ２(BD)の断面積はA_2，縦弾性係数はE_2で，両ワイヤの長さはℓである。なお，両ワイヤの間隔はaとする。

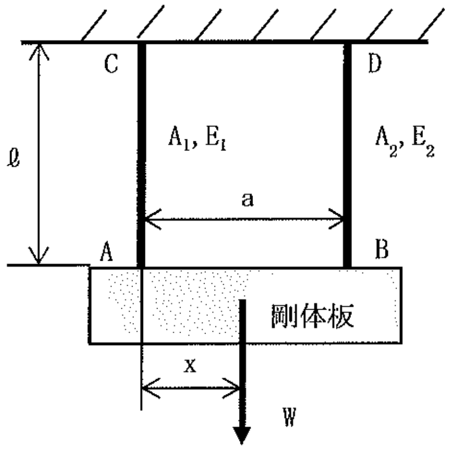


図２

Ⅱ

問１　図３のように，B～C 間に等分布荷重w=200N/m，D点にW=100Nの集中荷重を受ける片持ちはりにおいて，A点の反力R_A，反モーメントM_AとB点の曲げモーメントM_Bを求めよ。

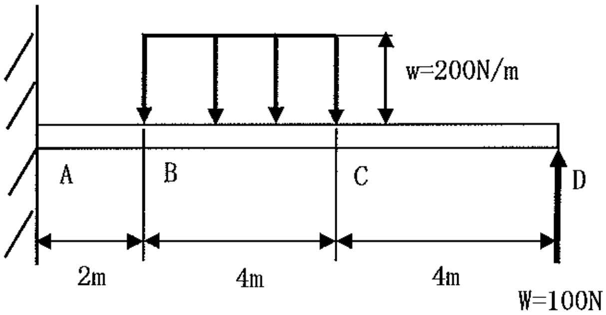


図３

問２　図４に示すような，縦弾性係数がE，断面二次モーメントがIで，長さがℓの片持ちはりの先端に，ばね定数kのばねを取り付ける。片持ちはりの先端にWの集中荷重を加えた時のはり先端のたわみy_Bはいくらか。ただし，ばねのない片持ちはり先端に荷重Wが作用した時のはり先端のたわみy_Bは，図５で与えられる。

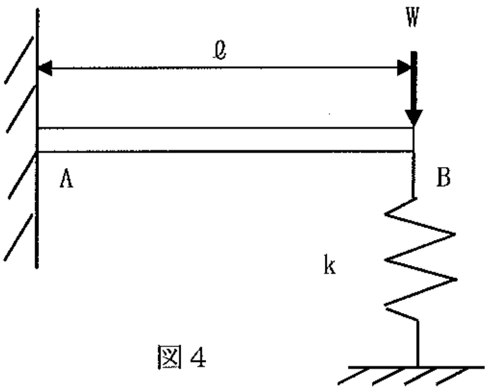


図４

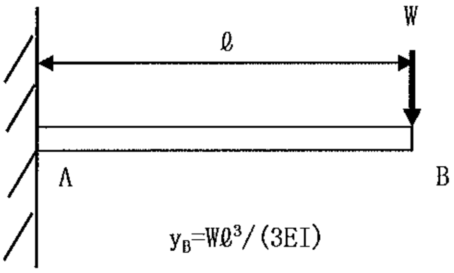


図５

平成30年度　旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

熱力学・流体工学

I 図1に示すように，2つの可逆カルノー機関 E_A と E_B が絶対温度 T_2 [K] の中間温度の熱源を介して縦に連結され，絶対温度 $T_1 = 900$ [K] の高温熱源と絶対温度 $T_3 = 400$ [K] の低温熱源の間で作動している。両可逆カルノー機関の熱効率 η_A と η_B が互いに等しく，可逆カルノー機関 E_A が $Q_1 = 2000$ [kJ] の熱量を高温熱源から吸熱するとき，下記の問いに答えよ。ただし，可逆カルノー機関 E_A が中間温度の熱源に放熱する熱量を Q_2 [kJ] とし，熱エネルギーを損失することなく可逆カルノー機関 E_B が熱量 Q_2 [kJ] を吸熱するものとする。さらに，可逆カルノー機関 E_B が低温熱源に放熱する熱量を Q_3 [kJ] とする。また，2つの可逆カルノー機関 E_A と E_B が外部にする仕事をそれぞれ W_A [kJ] と W_B [kJ] とする。

必要があれば有効数字が3桁となるように適宜四捨五入し，答えには単位を必ず明記すること。

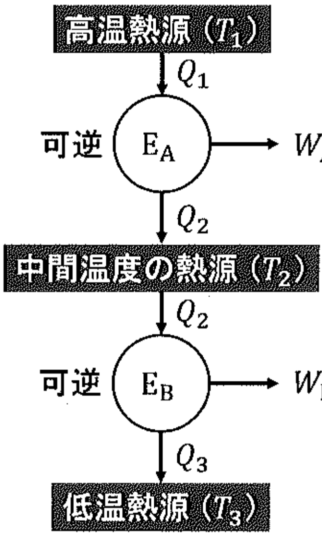


図1

問1　2つの可逆カルノー機関を全体として1つの熱機関とみなした時，全体の熱効率 η を求めよ。

問2　可逆カルノー機関 E_B が低温熱源に放熱する熱量 Q_3 [kJ] を求めよ。

問3　可逆カルノー機関 E_A が中間温度の熱源に放熱し，可逆カルノー機関 E_B が中間温度の熱源から吸熱する熱量 Q_2 [kJ] および，中間温度の熱源の絶対温度 T_2 [K] をそれぞれ求めよ。

問4　2つの可逆カルノー機関 E_A と E_B が外部にする仕事 W_A [kJ] と W_B [kJ] をそれぞれ求めよ。

問5　2つの可逆カルノー機関を全体として1つの熱機関とみなした時，1サイクルでのエントロピー変化量 $\Delta S_{1\mathrm{cycle}} = \oint dS$ [kJ/K] を求めよ。

II　図２に示すように，密度ρの水平な流れが曲面に衝突することで，角度θの方向に向きが変わる．上流側の断面を断面①，下流側の断面を断面②とする。また，流速をu，断面積をAとし，添字の番号と断面の番号が対応するものとして，以下の問いに答えよ。ただし，水平方向をx，垂直方向をyとし，流体を非圧縮性，非粘性とする。また，重力の影響は無視でき，各断面での圧力は等しいものとする。

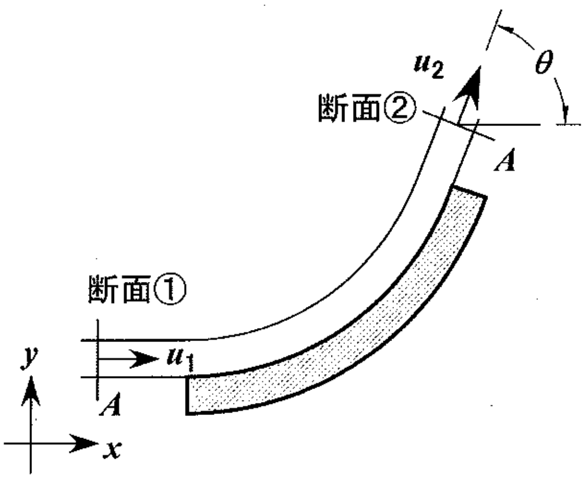


図２

問１　断面①と断面②の断面積がともにAで等しい場合，断面①での流速u_1と断面②での流速u_2が等しくなることを，式を用いて示せ。

問２　曲面が流れから受ける力をFとし，Fのx方向成分F_xを，u_2を用いずに式で表せ。

問３　Fのy方向成分F_yを，u_2を用いずに式で表せ。

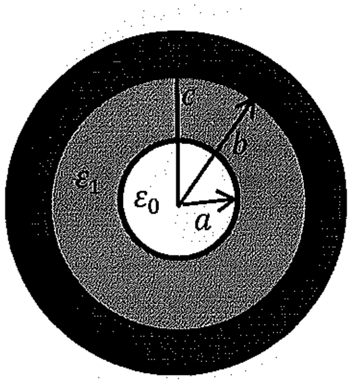
問４　Fを，u_2を用いずに式で表せ。

問５　$0 < \theta \leq \pi$の場合，Fが最大となるθを求めよ．また，Fの最大値F_{max}を，u_2を用いずに式で表せ。

平成 30 年度旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

電磁気学

I　真空中におかれた半径がa [m]，b[m]，c[m]の同心導体球殻がある。これらの導体球殻の内部に，図のように半径がa [m]とb[m]の間に誘電率ε_1[F/m]の誘電体，半径がb [m]とc[m]の間に誘電率ε_2[F/m]の誘電体を詰めてある。３つの導体球殻に内側からQ_1[C]，Q_2[C]，Q_3[C]の電荷を与えた。導体球殻の中心からの距離をr[m]とする。このとき，次の問いに答えよ。計算・導出過程を記述し，答えには単位をつけること（解答欄の[　]内に記述すること）。ただし，$a < b < c$，円周率はπ，真空の誘電率はε_0 [F/m]とする。



問1　$r < a$にできる電界の大きさE_{0a} を求めよ。
問2　$a < r < b$にできる電界の大きさE_{ab} を求めよ。
問3　$b < r < c$にできる電界の大きさE_{bc} を求めよ。
問4　$r > c$にできる電界の大きさE_{out} を求めよ。
問5　半径c[m]の導体球殻の電位V_cを求めよ。
問6　半径a[m]の導体球殻の電位V_aを求めよ。

II　次の問いに答えよ。計算・導出過程を記述し，必要に応じ答えには単位をつけること（解答欄の[　]内に記述すること）。

問1　磁石の正負の極は必ず対をなして現れ，一方の極だけを単独にとり出すことはできないが，磁石の長さを十分に長くすると近似的に分離した点磁荷を考えることができる。２つの点磁荷をm_1[Wb]，m_2[Wb]とし，磁極間の距離をr[m]とする。磁極間を結ぶ直線に沿って働く力の大きさ F を記述せよ。ただし，円周率はπ，真空の透磁率をμ_0[H/m]とする。

問2　真空中に点磁荷が 2[Wb]，−3[Wb]の２つの磁極がある。２つの磁極間の距離は 30[cm]の場合，生じる力 F の大きさと向きを求めよ。ただし，計算には，真空の透磁率は $4\pi \times 10^{-7}$[H/m]，円周率は 3.14 を用いること。

問3　真空中に磁気モーメントの大きさM_1[Wbm]，M_2[Wbm]の二つの小棒磁石（長さl[m]）が，中心距離r[m]の位置に磁軸を中心軸上にして置かれている。ただし，$l \ll r$とする。小棒磁石間に及ぼし合う力の向きと偶力について，説明せよ。

問4　巻数が N[回]のコイルに時間的に変化する電流I[A]を流し，磁束Φ[Wb]を発生させる。発生した磁束を導体板にあてると，導体板に起電力e[V]が発生する。コイルの自己インダクタンス L は，磁束Φ，巻数 N，電流 I で記述できることを示せ。

III　真空中に置かれた無限長の直線電流I[A]がその周りにつくる磁束密度 B について，次の問いに答えよ。計算・導出過程を記述し，答えには単位をつけること（解答欄の[　]内に記述すること）。

問1　電流I[A]から垂直に r[m]離れた点における磁束密度 B をアンペールの周回積分の法則より求めよ。

問2　電流I[A]から垂直に r[m]離れた点における磁束密度 B をビオ・サバールの法則より求めよ。

平成30年度　旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

電　気　回　路

I　図1に示す回路において，次の問に答えなさい。ここで，$E=100\mathrm{V}$，$R_1=R_3=R=10\Omega$，$R_2=20\Omega$とする。

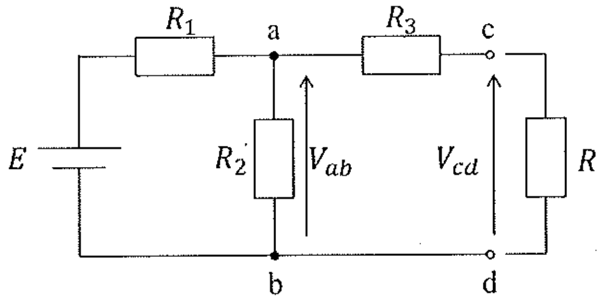


図1

問1　図1のcd間に抵抗Rを取り付けたときの電圧V_{ab}とV_{cd}を求めなさい。

問2　図1のcd間から抵抗Rを取り外したときの電圧V_{ab}とV_{cd}を求めなさい。

II　図2に示す回路において，次の問に答えなさい。

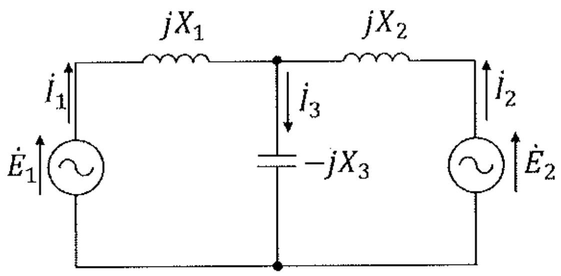


図2

問1　電流$\dot{I}_1$と$\dot{I}_2$を求めなさい。

問2　電流$\dot{I}_3$を求めなさい。

問3　$\dot{I}_3$がゼロになる条件を求めなさい。

III　図3に示す回路において，次の問に答えなさい。ここで，角周波数はωとする。

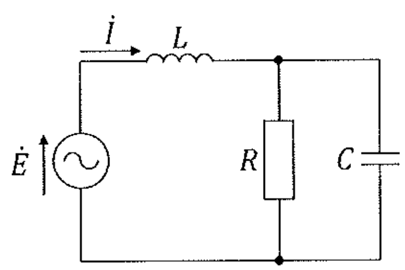


図3

問1　電源からみた合成インピーダンス$\dot{Z}$を求め，直交形式で答えなさい。

問2　共振角周波数ω_0を求めなさい。

問3　共振時の電源から流れる電流$\dot{I}$を求めなさい。

IV　図4の回路において，スイッチS_1を$t=0$で閉じ，その後，定常状態になる前に$t=T$でスイッチS_2を閉じるとする。以下の問に答えなさい。

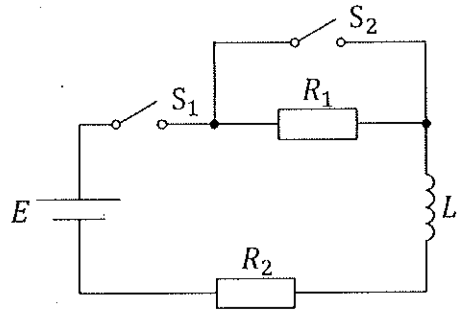


図4

問1　$t=0$でスイッチS_1を閉じたときに回路に流れる電流iの時間tに対する微分方程式を立て，この方程式を解き，$t=T$においてコイルLに流れる電流i_Tを求めなさい。

問2　$t=T$でスイッチS_2を閉じたときに回路に流れる電流iの時間tに対する微分方程式を立て，この方程式を解き，$T \leq t$において回路に流れる電流iの時間tに対する変化を示す式を求めなさい。

問3　$T \leq t$において，コイルLの両端の電圧v_Lと抵抗R_2の電圧v_{R_2}の時間tに対する変化を示す式を求めなさい。

平成 30 年度　旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

制 御 工 学

Ⅰ　ブロック線図とその応用に関する各設問に答えなさい。

問1　図１に示すフィードバック制御系の一般的表現のブロック線図中の（１）～（４）に該当する要素の名称と（５）～（１０）に該当する信号の名称を答えなさい。

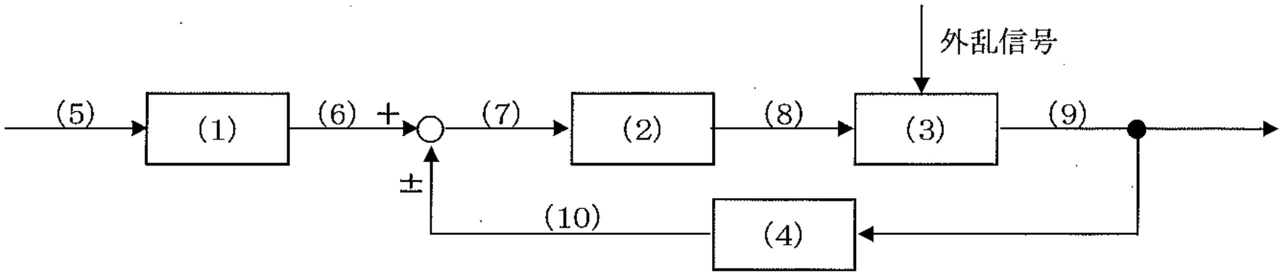


図１

問2　図２に示すブロック線図について（１）～（３）を求めなさい。ただし，R, K_1, K_2, J は制御系の特性を表す実定数とします。

（１）　一巡伝達関数
（２）　閉ループ伝達関数
（３）　特性方程式

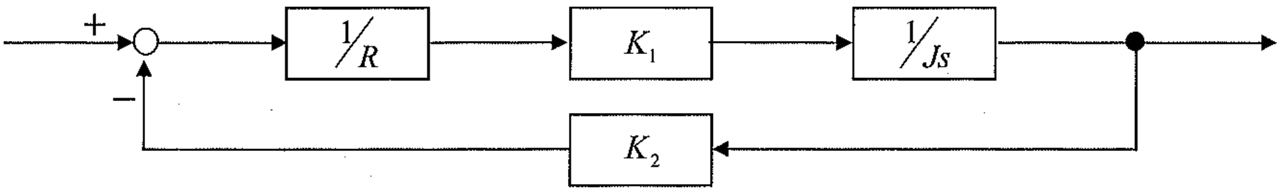


図２

Ⅱ　制御系の周波数特性に関する設問に答えなさい。

問1　図３に示す折れ線近似によるボード線図のゲイン特性から，（１）及び（２）それぞれの制御系の周波数伝達関数を求めなさい。ただし，制御系には，むだ時間要素は含まれていない。

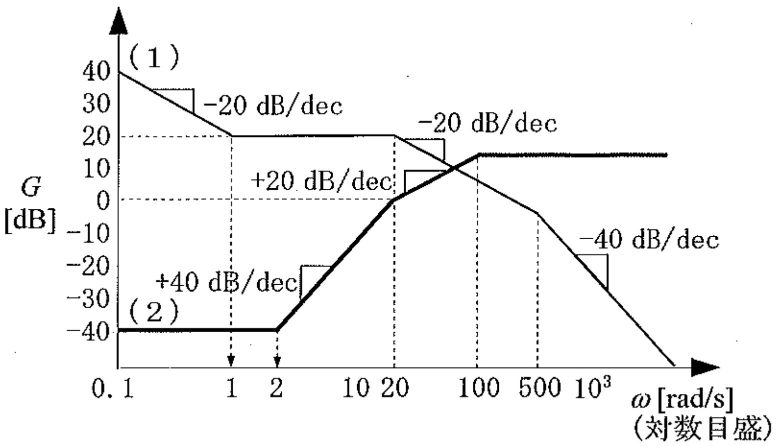


図３

Ⅲ　制御系の過渡特性に関する各設問に答えなさい。

問1　二次遅れ要素のインディシャル応答波形を表した図４の（１）～（５）に該当する特徴量の名称を答えなさい。

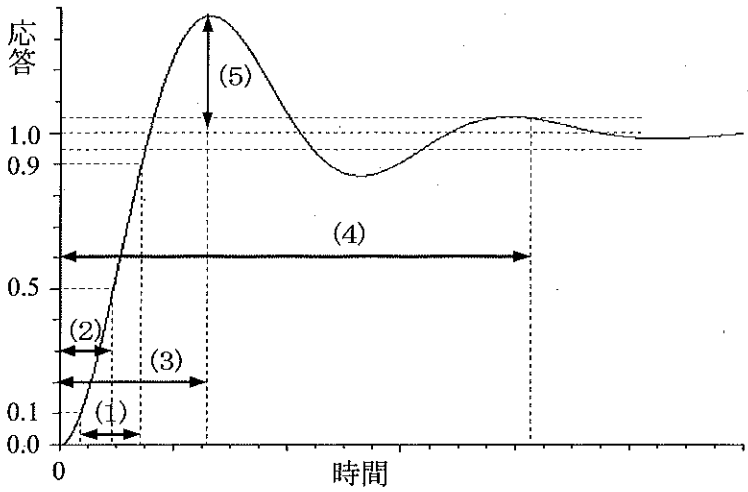


図４

問2　伝達関数が $G(s)=\dfrac{2}{s+5}$ である制御系の（１）～（２）を求めなさい。

（１）インパルス応答
（２）インディシャル応答

Ⅳ　与えられた制御系が安定・安定限界・不安定のいずれであるかを，指定された方法を用いて途中経過と理由を付して判別しなさい。

問1　特性方程式が $5s^4+4s^3+3s^2+2s+1=0$ である制御系について，フルビッツの安定判別法を用いて安定判別しなさい。

問2　特性方程式が $s^4+2s^3+3s^2+4s+5=0$ である制御系について，ラウスの安定判別法を用いて安定判別しなさい。