

平成31年度専攻科入学者選抜（学力選抜）検査問題

電子機械システム工学専攻

専 門 科 目

(注意)

- 1 問題用紙は、指示があるまで開かないこと。
- 2 下記の8科目から3科目を選択して解答すること。
 - 材料力学
 - 熱・流体力学
 - 工業力学
 - 電気磁気学
 - 電気回路
 - 電子回路
 - 制御工学
 - 情報工学
- 3 解答は、すべて解答用紙に記入すること。
- 4 電卓は使用できない。

材料力学（問題用紙）

(1/1 ページ)

[1] 図1のように、両端が壁に固定された長さ l 、直径 d の断面一様な丸棒の左端 A から $x=l/3$ の位置 C にねじりモーメント T_C を加えたとき、以下の問いに答えよ。ただし、丸棒の横弾性係数を G 、断面二次極モーメントを I_p とする。

- (1) 左端 A、右端 B に作用するねじりモーメント T_A 、 T_B を、 T_C の符号を正として求めよ。
- (2) C におけるねじれ角 φ を求めよ。

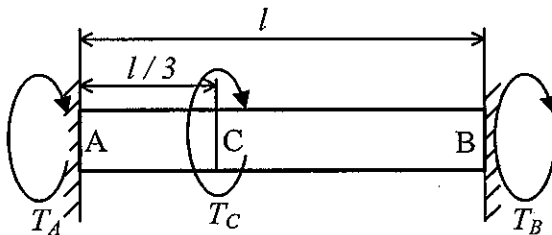


図 1

[2] 図2のように、長さ l の単純支持はりの左支点を原点とし、横右向きに x 軸をとる。区間 $0 < x < l/2$ に単位長さ当たり w の等分布荷重が作用しているとき、以下の問いに答えよ。

ただし、せん断力および曲げモーメントの符号は図3の場合を正とする。

- (1) 左支点 A に生じる反力を求めよ。
- (2) はりのせん断力 F の分布の式を求めよ。
- (3) はりの曲げモーメント M の分布の式を求めよ。
- (4) 曲げモーメントの絶対値の最大値、およびそれが生じる断面の位置 (x 座標の値) を求め、曲げモーメント図 (BMD) を示せ。

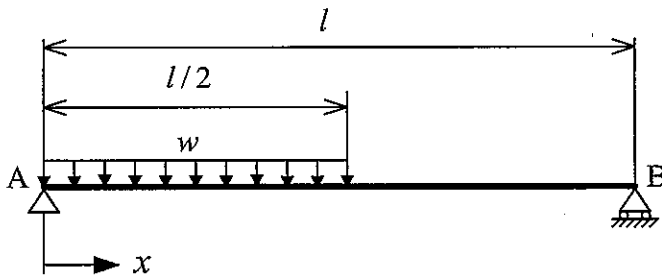


図 2

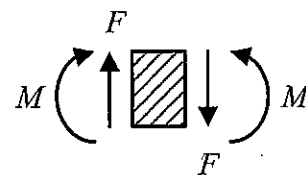


図 3

熱・流体力学（問題用紙）

(1/2 ページ)

- [1] 図1に示す矩形ゲート（高さ a 、幅 b ）は、貯水池の水位が大きくなると自動的に開くようにできている。このゲートが開くときの水位 H を求めなさい。ただし水の密度を ρ とし、ゲートの回転軸は貯水池の底から高さ c の位置にあり、ゲートは右回りにしか開かない。

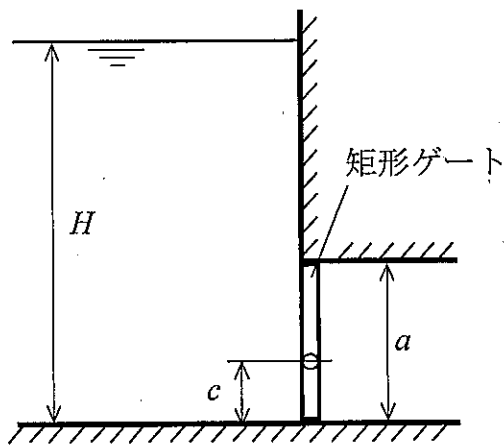


図 1

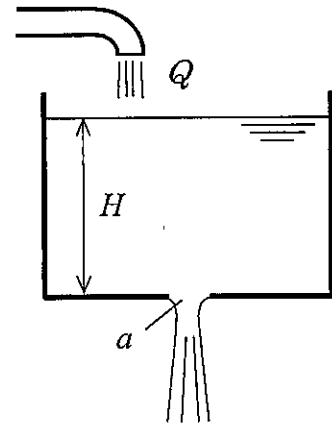


図 2

- [2] 図2のように、底に面積 a の穴があいた水槽がある。水槽には流量 Q の水が供給されているとき、水位の変化がなくなる時の水面までの高さ H を求めなさい。ただし重力加速度を g とする。

- [3] 図3のように、断面積 A から断面積 a に縮小するノズルを、管路の途中に取り付けた。管内に流量 Q で流体を流したところ、縮小する前後で流体の圧力が p_1 から p_2 に変化した。流体の密度を ρ とし、ノズルが受ける力 F を求めなさい。

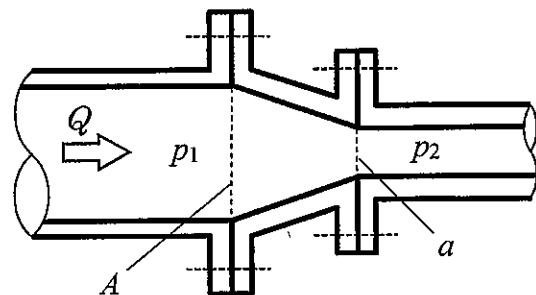


図 3

熱・流体力学（問題用紙）

(2/2 ページ)

- [4] ある理想気体が圧力 p_1 、比体積 v_1 の状態から、圧力 p_2 、比体積 v_2 の状態に変わり、この間にエンタルピが Δh 変化した。この気体の等積比熱が c_v であるとき、以下の問いに答えなさい。
- (1) この変化における内部エネルギーの変化 Δu を求めなさい。
 - (2) この気体の等圧比熱 c_p を求めなさい。
 - (3) この気体のガス定数 R を求めなさい。
- [5] 空気を作動流体とするカルノーサイクルがある。1 サイクルの加熱量が Q であり、体積膨張比が V_0 / V である。低熱源温度を T_0 、比熱比を κ として、以下の問いに答えなさい。
- (1) 高熱源温度 T を求めなさい。
 - (2) 熱効率 η を求めなさい。
 - (3) 1 サイクル当たりの出力 L を求めなさい。

工業力学（問題用紙）

(1/2ページ)

[1] 図1に示すように、T字型の支柱に組立用機械が設置されている。ここで、A 点に力 $F_A = 200[\text{N}]$ およびモーメント $M_A = -20[\text{N} \cdot \text{m}]$ が作用し、B 点に力 $F_B = 100[\text{N}]$ およびモーメント $M_B = 40[\text{N} \cdot \text{m}]$ が作用している。これらが C 点に与える、力の x 方向成分 F_{Cx} 、力の y 方向成分 F_{Cy} およびモーメント M_C を求めよ。なお、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

[2] 図2に示すように、質量 m の物体が高さ h の位置から、床に設置されたばね定数 k のバネへ垂直に落下する。バネの最大変形量 x_{max} およびバネが床を押す最大の力 F_{max} を求めよ。なお、重力加速度を g とする。

[3] 図3に示すように、トラス構造に荷重 $F = 200[\text{N}]$ が作用している。支点反力 R_{Ax} 、 R_{Ay} 、 R_{Bx} 、 R_{By} および部材①～④に生じる部材力 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 を求めよ。なお、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

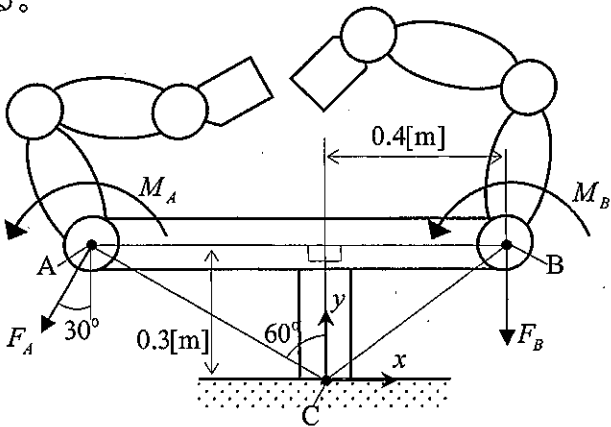


図 1

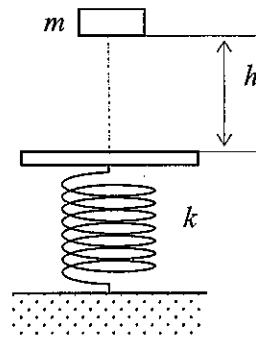


図 2

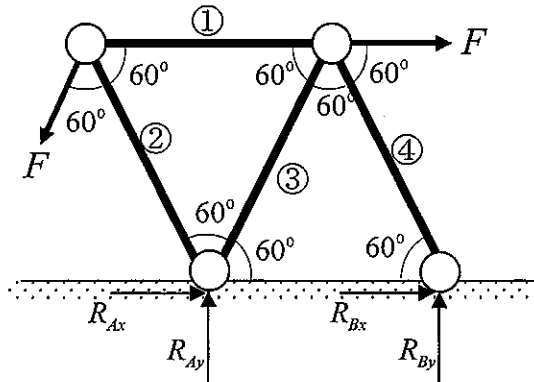


図 3

工業力学 (問題用紙)

(2/2ページ)

[4]剛体の運動に関する、下記の説明文について、空欄①～⑤に入る適切な式を解答用紙の記入欄に示せ。

『 図 4 に示すように、斜面上を質量 m 、半径 r の剛体球がすべることなく転がっている。なお、重力加速度を g とする。

まず、球と斜面の間に働く摩擦力を F とし、球の加速度 a について斜面左向き正とすれば、並進運動の運動方程式は、

$$m \cdot a = \boxed{\text{①}}$$

となる。

また、球の角加速度 α について反時計回りを正とすれば、回転運動の運動方程式は、

$$I \cdot \alpha = \boxed{\text{②}}$$

となる。ここで、球の重心軸まわりの慣性モーメント I は、

$$I = \frac{2mr^2}{5}$$

である。なお、球は滑らずに転がる時、加速度 a と角加速度 α の間に成立する関係は、

$$a = \boxed{\text{③}}$$

である。以上の式より、加速度 a を g 、 θ を使って表すと、

$$a = \frac{\boxed{\text{④}}}{7}$$

となる。また、抵抗力 F を m 、 g 、 θ を使って表すと、

$$F = \frac{\boxed{\text{⑤}}}{7}$$

となる。』

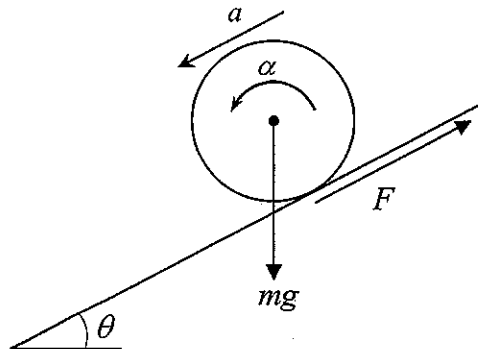


図 4

電気磁気学 (問題用紙)

(1/2ページ)

- [1] 真空中において、図1のように正の点電荷 $+2Q$ [C]と $+3Q$ [C]が $2a$ [m]離れている。その中点から b [m]離れている点Pにおける電位 V [V]を求めよ。ここで、真空中の誘電率を ϵ_0 [F/m]とする。

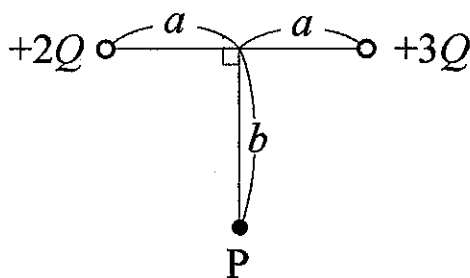


図 1

- [2] 真空中において、図2に示すような内球に正電荷 $+Q$ [C]、外球に負電荷 $-Q$ [C]が配置されている同心導体球がある。ここで、真空中の誘電率を ϵ_0 [F/m]とし、内球の半径を a [m]、外球の内半径を b [m]、外球の外半径を c [m]とする場合、以下の問に答えよ。

- (1) 内外球間の電位差 V [V]を求めよ。
- (2) この同心導体球の静電容量 C [F]を求めよ。

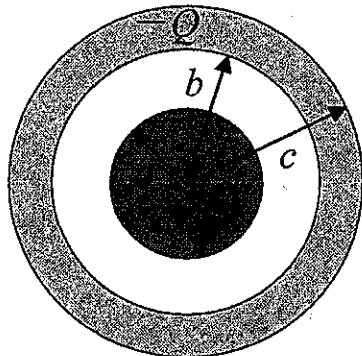


図 2

電気磁気学 (問題用紙)

(2/2ページ)

[3] 真空中において、図3のように r [m]離れた長さ l [m]の2本の平行な導線にそれぞれ電流 I_1 、 I_2 [A]が同一方向に流れている時、以下の間に答えよ。ここで、真空の透磁率を μ_0 [H/m]とし、 $r \ll l$ とする。

- (1) 導線1に働く力の大きさ F_1 [N] を計算せよ。
- (2) 導線1に働く力の向きを答えよ。

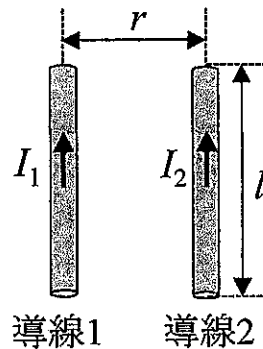


図3

[4] 図4に示す平均長さ l [m]、断面積 S [m²]で透磁率 μ [H/m]の環状ソレノイドにおいて、 N_1 回巻のコイル1に交流電流 $i_1 = I_1 \sin \omega t$ [A]を流す時、以下の間に答えよ。ここで、電流の振幅を I_1 [A]、角周波数を ω [rad/s]、時間を t [s]とする。

- (1) 環状ソレノイド内の磁束 Φ [Wb]を求めよ。
- (2) N_2 回巻のコイル2に発生する誘導起電力の振幅 E_2 [V]を求めよ。

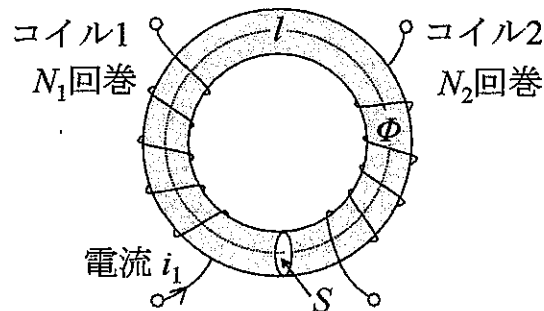
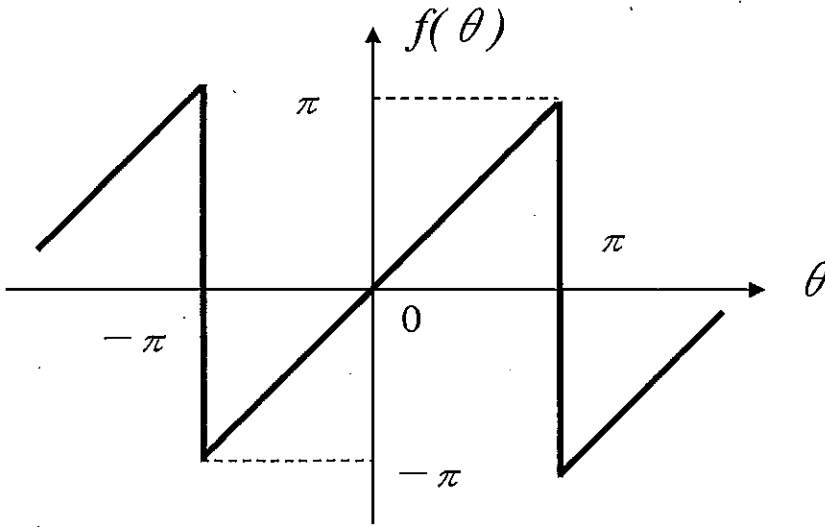


図4

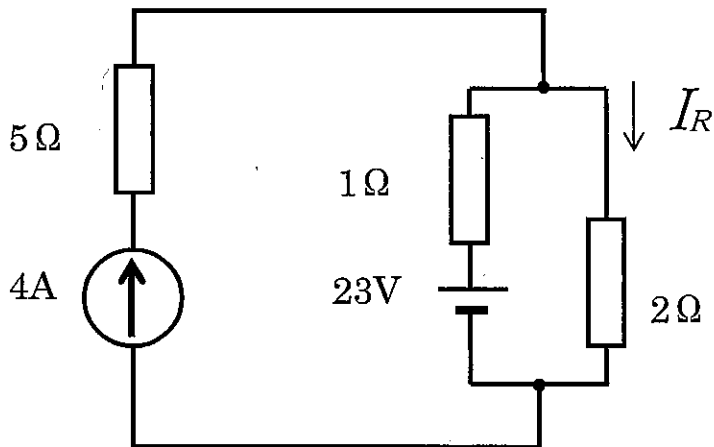
電気回路 (問題用紙)

(1/1 ページ)

[1] 図に示すノコギリ波についてフーリエ級数を用いて表せ。



[2] 下図に示す回路において、抵抗に流れる電流 I_R を重ねの理を用いて解け。



電子回路 (問題用紙)

(1/2ページ)

[1]

(1) ダイオードの理想的な電流 (I) - 電圧 (V) 特性は、

$$I = I_s \left\{ \exp\left(\frac{eV}{k_B T}\right) - 1 \right\}$$

e : 電気素量
 k_B : ボルツマン定数
 T : 絶対温度

で表される。ダイオードの I - V 特性の概略図を描きなさい。順方向、逆方向、 I_s 、降伏現象 (break down) がわかるように図示すること。

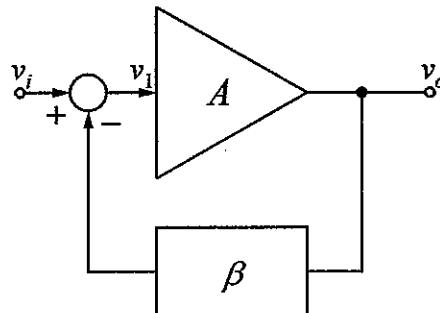
(2) トランジスタに増幅動作をさせるためのバイアスについて、グラフを用いて説明しなさい。

(3) ベース接地電流増幅率 α とエミッタ接地電流増幅率 $\beta (=h_{FE})$ の関係を示しなさい。

(4) エミッタ接地電流増幅率 $h_{FE}=120$ のトランジスタにコレクタ電流 $I_C=6.0$ [mA] を流している。ベース電流 I_B とエミッタ電流 I_E を求めなさい (有効数字 2 桁)。途中の計算及び解答は、解答用紙の枠内に記述すること。

[2] 図は、電圧利得 (オープンループ・ゲイン) A の増幅器とフィードバック・ファクタ (帰還率) β の帰還素子からなるフィードバック回路のブロック図である。以下の問いに答えなさい。

- (1) 図に示す回路の電圧利得 (クローズドループ・ゲイン) G を示しなさい。
- (2) A が非常に大きくなったときの G について、(1) の結果を用いて説明しなさい。
- (3) 図のフィードバック回路のメリットについて、①利得、②周波数、③非線形性の観点から 3 つ挙げなさい (理由は説明しなくてよい)。



電子回路（問題用紙）

(2/2ページ)

[3] 理想的な演算増幅器を用いるものとして、以下の問いに答えなさい。

- (1) 反転増幅回路と非反転増幅回路を書きなさい。それぞれの電圧利得も示すこと。
- (2) 演算増幅器の利得帯域幅 (GB) 積の定義を示し、その値の大きさと性能の関係を簡単に記述しなさい。
- (3) スルーレート (SR) の定義を示し、出力信号電圧 $v_o(t) = V_m \sin \omega t$ が無歪みで出力される条件を答えなさい。周波数 f に対して示してもよい。

制御工学 (問題用紙)

(1/2ページ)

[1] あるシステムの周波数応答を測定したら、図 1 のようなボード線図が得られた。このシステムの伝達関数 $P(s)$ を答えよ。

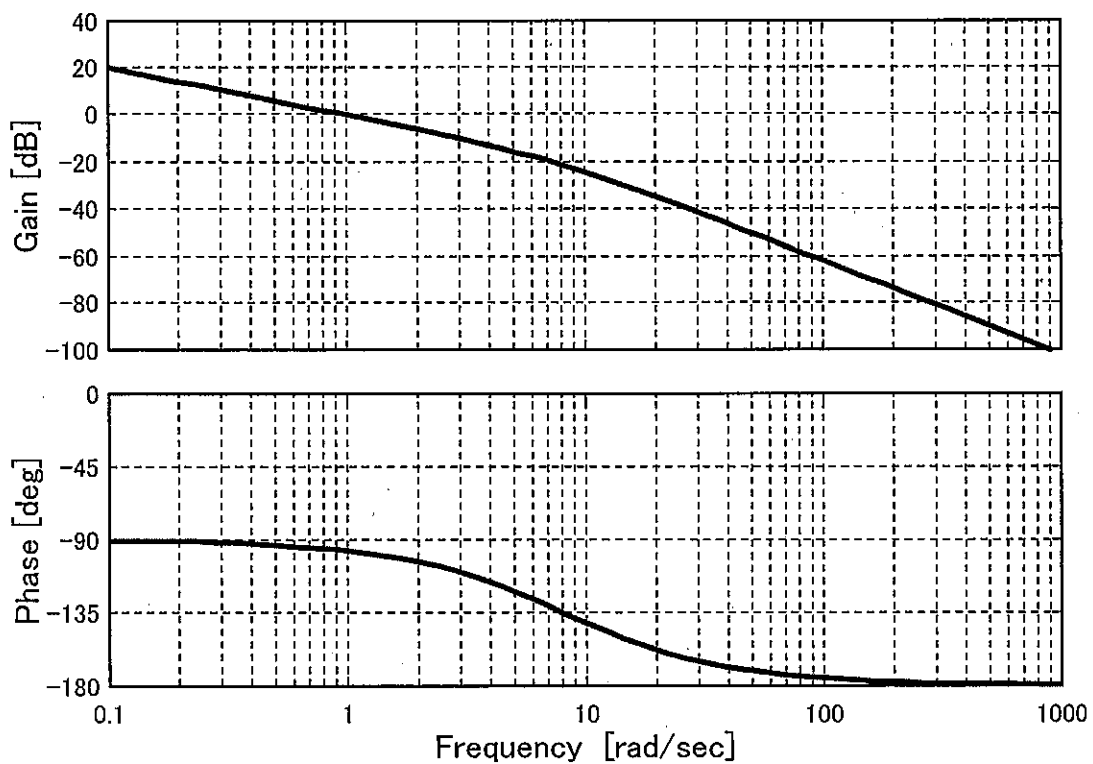


図 1

[2] 図 2 の制御系について、以下の設問に答えよ。

(1) このシステムの閉ループ伝達関数 ($U(s)$ から $Y(s)$ までの伝達関数) $G_c(s)$ を求めよ。ただし、解答に際し s のべき乗の降順に整理して答えること。

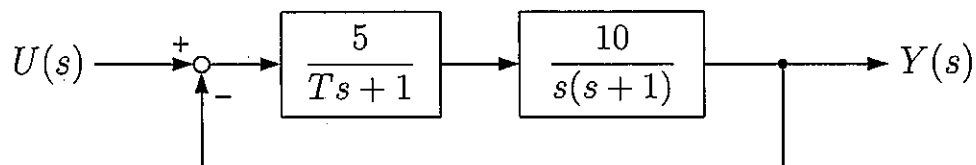


図 2

(2) この制御系が安定であるための T の範囲を求めよ。ただし、 T は正の値とする。

制御工学（問題用紙）

(2/2ページ)

[3] 図 3 のシステムの単位ステップ応答 $y(t)$ を式で求めよ。

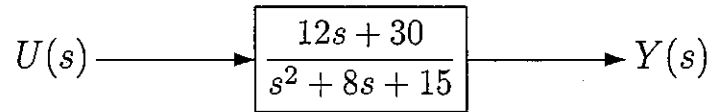


図 3

[4] ある 1 次システム $P(s) = \frac{K}{Ts + 1}$ について、以下の間に答えよ。

- (1) この 1 次システムの単位インパルス応答が図 4 のように得られた。この 1 次システムの時定数 T と定常ゲイン K を求めよ。ただし、図中の破線は応答の初期値に対する接線である。

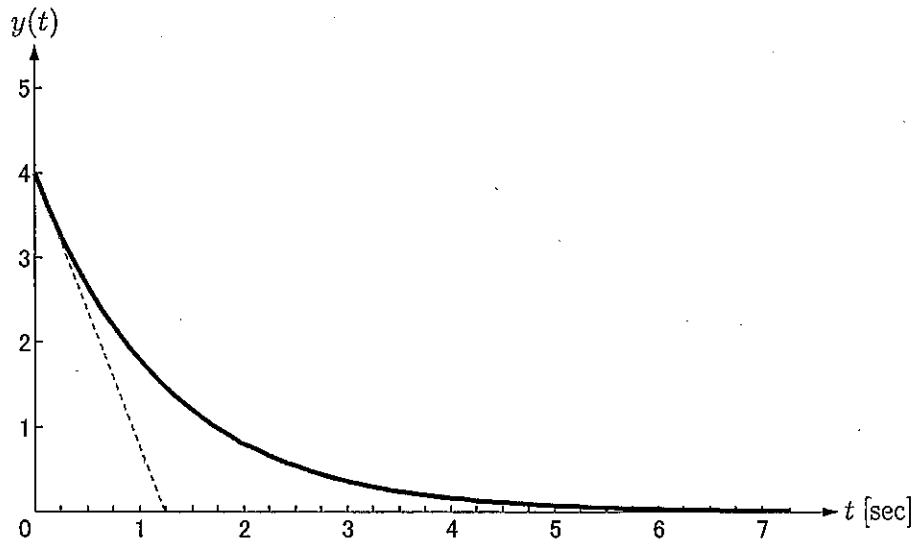


図 4

- (2) 1 次システムに単位ステップ関数を入力すると、その過渡応答はどのような応答を示すか、時定数 T 、定常ゲイン K の用語を用いて説明せよ。

情報工学（問題用紙）

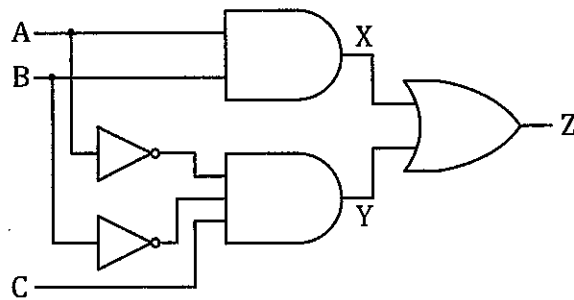
(1/2 ページ)

[1] 数値表現について、以下の問いに答えよ。

- (1) 2進数の 1.1101 と 1.0101 を加算した結果を 10 進数で表せ。
- (2) 32 bit のレジスタに 16 進数 15DC が入っているとき、2 bit だけ右に論理シフトしたときの値を求めよ。

[2] 論理回路について、以下の問いに答えよ。

- (1) $\overline{(\overline{A+B}) \cdot (A+\overline{C})} = A \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot C$ が成り立つことを証明せよ。
- (2) 図の論理回路において、 $A=0$ 、 $B=1$ 、 $C=0$ のとき、 X 、 Y 、 Z の値を求めよ。なお、全て合っていて正答とする。



[3] 5つのデータ (4, 3, 5, 7, 6) がある。分散はいくらか。

[4] 2.5 Mbit/s の伝送路を用いて 12 Mbyte のデータを転送するために必要な伝送時間は何秒か。ここで、回線利用率を 40% とする。なお、1 Mbyte は 10^6 byte とする。

[5] 横 1,024 ピクセル、縦 768 ピクセルの解像度の画面をフルカラーで表示するために必要なメモリ量は約何 Mbyte か。なお、1 Mbyte は 10^6 byte とする。

[6] 11 kHz で音声のサンプリングを行い、サンプリングした値はそれぞれ 8 bit のデータとして記録する。このとき、512 Mbyte の容量をもつフラッシュメモリに記録できる音声は約何分か。なお、1 Mbyte は 10^6 byte とする。

[7] 自然数 n に対して、次のように再帰的に定義される関数 $f(n)$ について考える。 $f(4)$ の値を求めよ。

$$f(n): \text{if } n \leq 1 \text{ then return } 1 \text{ else } n + f(n-1)$$

情報工学（問題用紙）

(2/2 ページ)

- [8] 2つの整数を読み込んで、その二乗値の差を求めて表示するプログラムをC言語にて記述せよ。