２０２０年度

専攻科入学者選抜試験
学　力　検　査　問　題

専門(生産工学専攻)

(配点)

	出題分野	配　点
1	材料力学・機械力学	１００点
2	熱力学・流体力学	１００点
3	電気磁気学	１００点
4	電気回路	１００点
5	制御工学	１００点
6	情報工学	１００点

［ 注　意 ］

1．問題は，指示があるまで開かないこと。

2．問題用紙は，１ページから９ページまでである。
　検査開始の合図のあとで確かめること。

3．出題分野６分野から２分野を選択し解答すること。

4．答えは，すべて解答用紙に記入すること。

一関工業高等専門学校

1 (材料力学・機械力学)

問1 断面積 A = 200 [mm^2], 長さ l = 50 [mm]の丸棒が P = 80 [kN]の圧縮荷重を受けて0.1 [mm]縮んだとして，この棒に生じる圧縮応力 σ および材料の縦弾性係数 E を求めなさい。

問2 図１－１に示す長さ l の片持ちばりがあり，はりの中央に荷重 W が作用している。

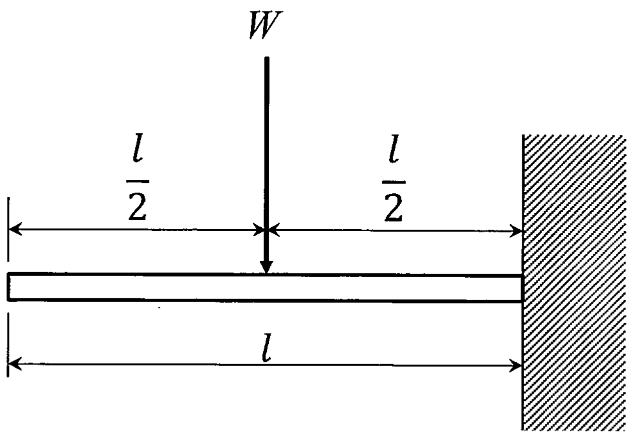


図１－１

(1) このはりのSFDおよびBMDをそれぞれ描きなさい。

(2) はりの長さ l = 1 [m]，はりの断面が幅 b = 20 [mm]，高さ h = 6 [mm]の長方形で，はりの許容応力がσ_a = 100 [MPa]のとき，負荷することができる最大荷重 W_{max} を求めなさい。

問3 右の図１－２のようなバネ - マス系がある。このとき，以下の設問に答えなさい。

(1) 物体の質量を m [kg]，バネ定数を k [N/m]とするとき，力のつりあいより運動方程式を立てなさい。ただし，物体の中立位置からの変位を x [m]とし，変位は図の右方向に動いた状態を正とする。

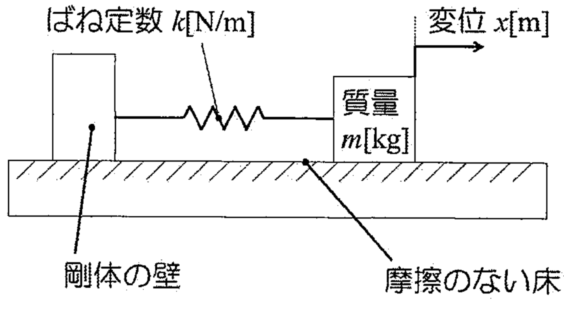


図１－２

(2) 物体の変位を $x = A\cos\omega t + B\sin\omega t$ と仮定し，(1)で立てた運動方程式を解きなさい。ただし，初期条件は，t = 0 [s] で変位が x_0 [m]，初速度 $v = v_0$ [m/s]とする。

(3) 物体の質量が m = 1000 [kg]，バネ定数が k = 10 [N/m] のとき，固有角振動数 ω_n を求めなさい。

2 （熱力学・流体力学）

問１　理想気体が封入された摩擦のないピストンおよびシリンダで構成された断熱容器がある。容器内にはある抵抗値をもったヒータが内蔵されている。ただし，ピストンは固定されている場合を考える。このような場合，以下の問いに答えよ。なお，解答における文字式の記号は以下に示す一覧から選択して使用すること。

V_H：ヒータに供給される電圧　[V]
I_H：ヒータに供給される電流　[A]
R_H：ヒータの抵抗　[Ω]
W_H：ヒータに供給される電力　[W]
τ_H：ヒータに電力を供給する時間　[s]
Q_H：ヒータに供給される熱量　[J]
C_v：理想気体の等積比熱　[J/(kg·K)]
m：理想気体の質量　[kg]
T_1：ヒータ加熱前の理想気体の温度　[K]
T_2：ヒータ加熱後の理想気体の温度　[K]
P_1：ヒータ加熱前の理想気体の圧力　[Pa]
V_1：ヒータ加熱前の理想気体の体積　[m^3]
R：理想気体の気体定数　[J/(kg·K)]

（１）　ヒータに電気を供給する場合，電圧，抵抗，電流の関係はどのように表現できるか。文字式のみで示せ。ただし，解答はヒータに供給される電圧 V_H=の形にすること。

（２）　（１）の関係も用いてヒータに供給される電力 W_H を文字式のみで示せ。ただし，式中にはヒータに供給される電圧 V_H およびヒータの抵抗 R_H が必ず入るような形にし，解答はヒータに供給される電力 W_H=の形にすること。

（３）　ヒータの電力が全て封入気体の加熱に使われたとすると，ヒータ加熱後の理想気体の温度 T_2 を文字式のみで示せ。ただし，式中にはヒータに供給される熱量 Q_H および理想気体の等積比熱 C_v が必ず入るような形にし，式を整理した上で解答は T_2=の形にすること。

（４）　理想気体の質量 m を文字式のみで示せ。ただし，式中には理想気体の気体定数 R およびヒータ加熱前の理想気体の圧力 P_1 が必ず入るような形にし，解答は理想気体の質量 m=の形にすること。

（５）　（２）～（４）の結果を用いてヒータ加熱後の理想気体の温度 T_2 を文字式のみで示せ。なお，式変形を行った上で，最終的な解答は T_2=の形にすること。ただし，式中には理想気体の等積比熱 C_v およびヒータに供給される電圧 V_H，ヒータの抵抗 R_H が必ず入るような形にし，式を整理すること。

問２　図2-1に示すように，ピトー管を用いて空気の流速を測定しようとしている。ピトー管は差圧測定のためにU字マノメータに接続されており，内部には液体が封入されている。このような状態の場合，以下の問いに答えよ。なお，解答における文字式の記号は以下に示す一覧から選択して使用すること。

u_0：一様流速　[m/s]
u_1　：静圧孔①の流速　[m/s]
u_2　：全圧孔②の流速　[m/s]
P_1：静圧孔①における圧力　[Pa]（静圧）
P_2：全圧孔②における圧力　[Pa]（全圧）
ρ_{air}：空気密度　[kg/m^3]
g：重力加速度　[m/s^2]
Δh：マノメータの示差　[m]
ρ_{liq}：マノメータに封入されている液体の密度　[kg/m^3]

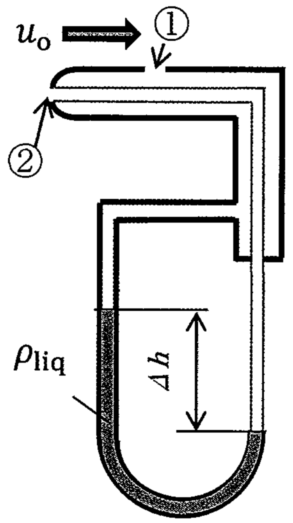


図２－１　ピトー管

（１）静圧孔付近①の点と全圧孔付近②の点の間に成り立つベルヌーイの定理による式を文字式のみで示せ。ただし，①の点と②の点との高さの違いは無視できるものとする。

（２）（１）の結果を用いて全圧P_2と静圧P_1との差である$P_2 - P_1$を文字式のみで示せ。なお，式中には一様流速u_oが必ず入るようにし，式を整理した上で$P_2 - P_1 =$の形にすること。また，全圧孔付近は流れのよどみ点であると考えること。

（３）全圧P_2と静圧P_1との差である$P_2 - P_1$を文字式のみで示せ。ただし，式中にはマノメータに封入されている液体の密度ρ_{liq}およびマノメータの示差Δhが必ず入るようにし，式を整理した上で$P_2 - P_1 =$の形にすること。

（４）（２），（３）の結果を用いて一様流速u_oを文字式のみで示せ。なお，式を整理した上でu_o =の形にすること。

3 （電気磁気学）

真空の誘電率を ε_0[F/m]，真空の透磁率を μ_0[H/m]として，以下の問に答えよ。

問１

(1)　真空中に半径 a[m]の導体球がある。この導体球に電荷量 Q[C]の電荷を与えた。以下の場合について，導体球の中心から距離 r[m]の場所における電界の大きさを求めよ。

(a) 導体球の外部　(b) 導体球の内部

(2)　(1)の結果を用いて，以下の場合について，導体球の中心から距離 r[m]の場所における電位を求めよ。なお，無限遠点の電位を 0V とする。

(a) 導体球の外部　(b) 導体球の内部

(3)　真空中に半径 a[m]の誘電体球がある。この誘電体球に電荷量 Q[C]の電荷を与えると，電荷は誘電体球全体に一様に分布した。以下の場合について，誘電体球の中心から距離 r[m]の場所における電界の大きさを求めよ。ただし，誘電体球の誘電率を ε_0[F/m]とする。

(a) 誘電体球の外部　(b) 誘電体球の内部

問２

図3-1のように，透磁率 μ [H/m]，平均半径a[m]，断面積 S[m²]の鉄心に，巻数 N の環状ソレノイドが巻いてあり，I[A]の電流を流す。なお，断面積 S は十分小さく，ソレノイド内の磁界の大きさは一様とする。

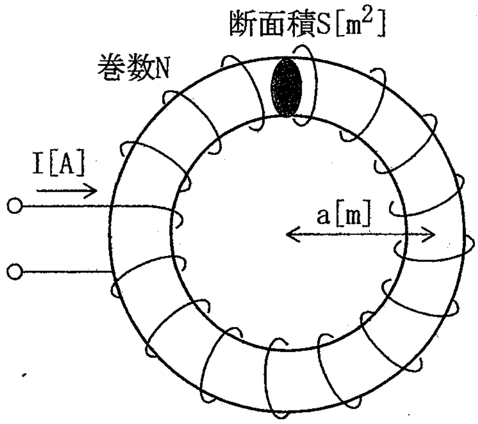


図 3-1

(1) ソレノイド内の磁界の大きさを求めよ。

(2) ソレノイド内の磁束を求めよ。

(3) ソレノイドの自己インダクタンスを求めよ。

問３

図 3-2 のように間隔ℓ [m]を隔てて平行に張られた２本の直線導線 ce，df を水平から角度 θ [rad]だけ傾けて固定する。c，d 間には抵抗 R[Ω]を接続する。ここに磁束密度 B[T]なる均一な磁界を鉛直下向きに加える。質量 m[kg]の導体棒を導線 ce，df 上に，それぞれ垂直になるように置いて手を離したところ，導体棒は cd と平行を保ちながら下方に滑り出し，やがて一定の速度 v[m/s]となった。このとき，

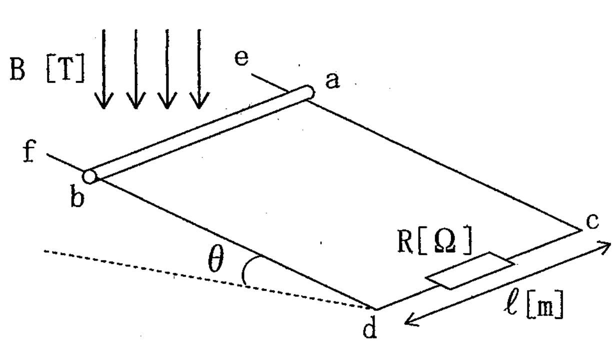


図 3-2

(1) 導体棒の速度の水平方向成分を求めよ。

(2) 導体棒に発生する起電力の大きさを求めよ。

(3) 導体棒を流れる電流の大きさを求めよ。

(4) 導体棒の速度 v[m/s]を求めよ。ただし，重力加速度を g[m/s²]とする。

4 （電気回路）

問１　図4-1の回路に角周波数がω[rad/s]で実効値が$|\boldsymbol{I}|$ [A] であらわされる正弦波交流電流が流れている。このとき，以下の問いに答えよ。

(1) 交流電流$\boldsymbol{I}$は，実効値がすべて5 Aで，初期位相がそれぞれ30°，90°，－30°の3つの交流電流の合成電流であった。このとき$\boldsymbol{I}$の大きさ$|\boldsymbol{I}|$ [A]を求めよ。

(2) (1)の電流が流れているとき，可変抵抗Rに流れる電流[A]の大きさを二乗したものをR，L，ωを用いて表せ。

(3) (1)の電流が流れているとき，抵抗Rで消費される電力が最大になるときの抵抗の値R [Ω]を求めよ。

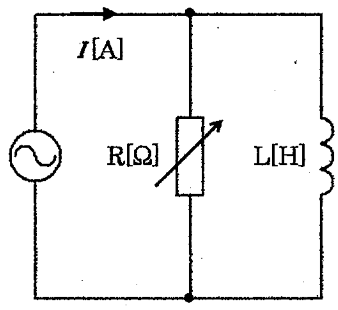


図 4-1

問２　三相対称交流電圧がΔ形の平衡負荷をもつ図4-2の回路に供給されている。線間電圧の実効値を210 V，負荷インピーダンスを$\boldsymbol{Z}$ = 8+j6 [Ω]とする。ただし，相電流を$\boldsymbol{I}_p$ [A]，線電流を$\boldsymbol{I}_\ell$ [A]とおく。

このとき，以下の問いに答えよ。根号は用いたままでよい。

(1) 線電流の実効値I_ℓ [A]を相電流の実効値I_p [A]を用いて表せ。

(2) 線電流の実効値I_ℓ [A]を求めよ。

(3) 平衡負荷で消費される全消費電力 [W]を求めよ。

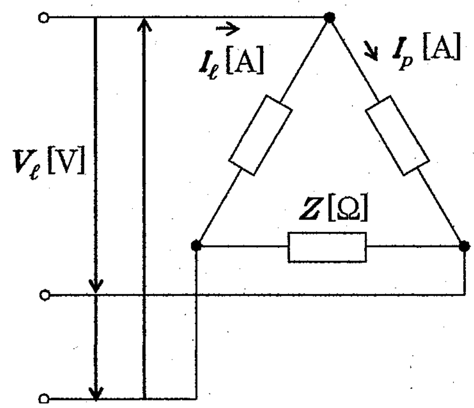


図 4-2

問３　図4-3で表される直流電源 E[V]をもつRC直列回路がある。スイッチをaに切り替えてから十分に時間が経過しているとき，以下の問いに答えよ。

(1) キャパシタンスCに充電された電荷量 [C]を答えよ。

(2) スイッチをaからbに時刻t=0で切り替えたところ，図で示される電流i(t) [A]が流れた。このとき，微分方程式を立て回路に流れる電流i(t) [A]を求めよ。

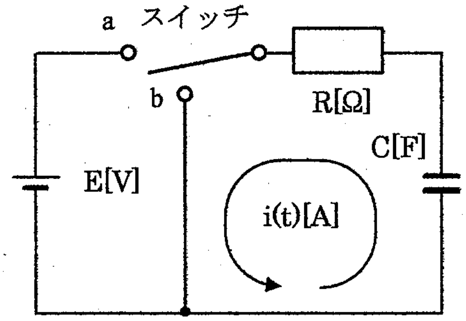


図 4-3

5 （制御工学）

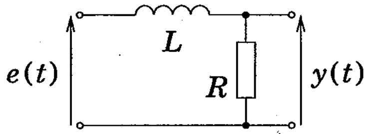
問 1 図 5-1 に示す電気回路において，電圧 $e(t)$ を入力，電圧 $y(t)$ を出力とする。

(1) 入力 $e(t)$ と出力 $y(t)$ の関係を記述する数学モデルを求めよ。

(2) 伝達関数 $G(s)$ を求めよ。

(3) インパルス応答を求めよ。

(4) 単位ステップ応答を求めよ。



R： 抵抗の抵抗値
L： インダクタのインダクタンス

図 5-1　電気回路

問 2 伝達関数が

$$G(s) = \frac{2}{s^2 + 3s + 3}$$

で与えられるシステムについて，つぎの問いに答えよ。

(1) システムの極を求め，安定であることを確認せよ。

(2) 最終値定理を用いて，入力 $u(t) = 1\ (t \geq 0)$ の場合の出力 $y(t)$ の定常値を求めよ。

問 3 図 5-2 はフィードバック制御系である。$P(s)$ は制御対象，$C(s)$ はコントローラ，$R(s)$ は目標値，$E(s)$ は偏差，$U(s)$ は操作量，$Y(s)$ は制御量である。外乱はない。ここで，

$$P(s) = \frac{1}{s^3 + 3s^2 + s + 4}$$

とする。

(1) 制御対象の安定性をラウスの安定判別法を用いて判定せよ。

(2) P 制御を用い，$C(s) = K_p$ とする。制御系が安定となる K_p の範囲を求めよ。

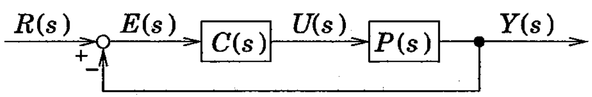


図 5-2　フィードバック制御系

問 4 図 5-3 は周波数応答である。$G(s)$ が積分要素である場合について，以下の問いに答えよ。求める過程を問うものであり，結果のみが書いてある答案は無得点とする。

(1) ゲイン B/A と位相差 ϕ を求めよ。

(2) ボード線図のゲイン線図はどのような線図になるか。説明がしてあれば線図を描く必要はない。

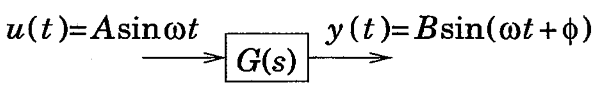


図 5-3　周波数応答

6 (情報工学)

問1　図 6-1 に示す論理回路について答えなさい。なお，各種論理素子は，図 6-2 で示す図記号を用いるものとする。

(1) 解答欄の表の出力 Z1，Z0 の部分を埋め，真理値表を完成しなさい。

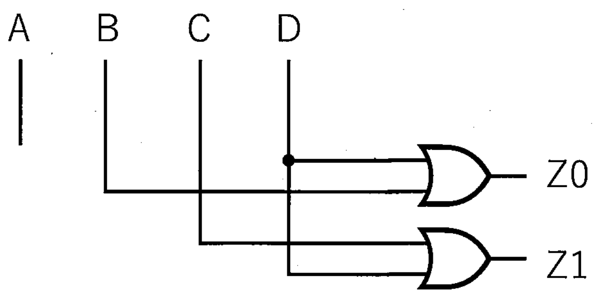
(2) このような回路を何と呼ぶか。選択肢から最も適切なものを選んで丸をつけなさい。

問2　図 6-3 に示す真理値表で表される入出力特性を持つ論理回路について答えなさい。

(1) 真理値表から，出力 Z に関する論理式を求め，主加法標準形で示しなさい。

(2) (1) について，出力 Z に関する最も簡単化した加法形の論理式を示しなさい。

(3) (2) で示した論理式を，図記号を用いた論理回路として図示しなさい。なお，各種論理素子については，図 6-2 で示した図記号を用いること。



真理値表

(入力)				(出力)	
A	B	C	D	Z1	Z0
1	0	0	0		
0	1	0	0		
0	0	1	0		
0	0	0	1		
(上記以外の入力は禁止とする)					

図 6-1: 論理回路と真理値表

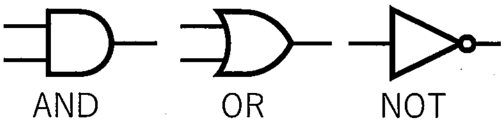


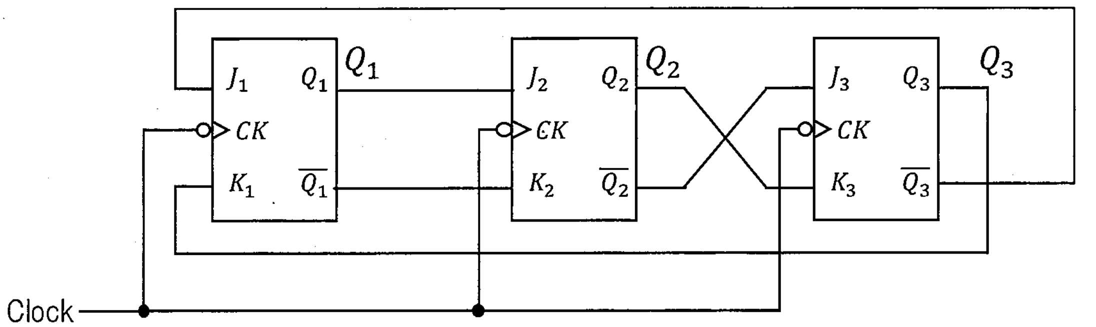
図 6-2: 図記号

真理値表

(入力)			(出力)
A	B	C	Z
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

図 6-3: 真理値表

問3　図 6-4 に示す，3 つの JK フリップフロップで構成された順序回路の出力 Q_1, Q_2, Q_3 の変化を，解答欄のタイミングチャートに示しなさい。なお，初期値は $(Q_1, Q_2, Q_3) = (0,0,0)$ とする。



JK-FFの動作

(入力) J_K	(入力) K_k	(出力) Q_{k+1}
0	0	Q_k
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_k}$

Q_k: 現在の状態
Q_{k+1}: 次の状態

図 6-4: 順序回路

問4　図 6-5 に示す，プログラムコード及びその実行結果について答えなさい。

(1) 変数配列 str に文字列 "kosen" を格納する際に，用意すべき最小限の要素数はいくつか。空欄 (1) に指定する値として答えなさい。

(2) プログラムコードと実行結果が一致するよう，空欄 (2) ～ (5) を埋めなさい。

```
#include <stdio.h>

int main(void) {

  int i;
  int x = 70;
  char c = 'A';
  char str[  (1)  ] = "kosen";
  char num[] = {73, 67, 84, '¥0', 73, 67, 73};

  printf("x=%d¥n", x);
  printf("c=%c¥n",   (2)  );
  printf("str=%s¥n",  (3)  );
  printf("-----¥n");

  for (i=0; i<5; i++) {
    printf("%d: %s¥n", i,  (4)  );
  }
  printf("-----¥n");

  printf("%d¥n", c);
  for (i=0; i<26; i++) {
    printf("%c", c+i);

  }
  printf("¥n");
  printf("%s¥n", num);   /* 実行結果 (5) 部分 */


  return 0;
}
```

```
x=70
c=A
str=kosen
-----
0: kosen
1: osen
2: sen
3: en
4: n
-----
65
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
      (5)
```

図 6-5: プログラムコード (左) とその実行結果 (右)

問5　キューへの数値データ n の追加を　enq(n)，キューからのデータの取り出しを x = deq() のように表すとする。キューが空の状態から開始し，下記の順に enq()，deq() を行った場合の結果(deq()時に，a, b, c, d, e, f に取り出された数値)について答えよ。

(1) 〈キューが空の状態〉, enq(11), enq(12), enq(13), enq(14), a = deq(), b = deq(), c = deq()

(2) 〈キューが空の状態〉, enq(21), enq(22), d = deq(), enq(23), enq(24), e = deq(), f = deq()

問6　スタックへの数値データ m の追加を　push(m)，スタックからのデータの取り出しを y = pop() のように表すとする。スタックが空の状態から開始し，下記の順に push()，pop() を行った場合の結果(pop()時に，a, b, c, d, e, f に取り出された数値)について答えよ。

(1) 〈スタックが空の状態〉, push(31), push(32), push(33), push(34), a = pop(), b = pop(), c = pop()

(2) 〈スタックが空の状態〉, push(41), push(42), d = pop(), push(43), push(44), e = pop(), f = pop()