

令和 6 年度

木更津工業高等専門学校専攻科

入学者選抜学力試験問題

専門科目

(機械・電子システム工学専攻)

2 科目選択し、選択した科目は、解答用紙の選択欄に○をつけること

【注意】

- (1) 指示された席に着席すること。
- (2) 教科書等は鞆の中に片づける。机の上に置けるものは筆記用具・受験票・時計のみである。
- (3) 試験室内にある時計を標準時とする。
- (4) 携帯電話等は、電源を切っておくこと。
- (5) 試験開始の合図があるまでは、問題用紙及び解答用紙には触れないこと。
- (6) 途中退出は認めない。体調不良やトイレに行きたい場合は挙手すること。
- (7) 不正行為、及び不正行為と疑われるような行為は慎むこと。
- (8) 試験中、試験問題等に疑義がある場合等は挙手すること。
- (9) 試験終了後、問題用紙は持ち帰ること。

1. 以下の各問に答えよ.

- 問1 動力 L [W]と角速度 ω [rad/s]から, ねじりモーメント T [Nm]を求める式を書け. 単位は書かなくて良い.
- 問2 直径 d の中実断面を有する丸棒の断面二次極モーメント I_p と, 図心を通る軸に関する断面二次モーメント I を求める式を書け.
- 問3 材料の基準強さ σ_f (設計上で材料の強さの基準となる値. 例えば, 降伏応力, 引張強さ, 疲労限度など) と安全率 f から, 許容応力 σ_a を求める式を書け.

2. 図1に示すような, 先端に集中荷重 P を受ける長さ l , 曲げ剛性 EI の片持ちはりについて, 以下の各問に答えなさい. ただし, 答えだけでなく途中経過も書くこと.

- 問1 荷重点から任意の位置 x における曲げモーメント $M(x)$ を表す式を求めよ. ただし, 片持ちはりの先端を $x=0$ とせよ.
- 問2 片持ちはりに蓄えられるひずみエネルギー U を求めよ.
- 問3 片持ちはり先端 (荷重点) のたわみ v を求めよ.

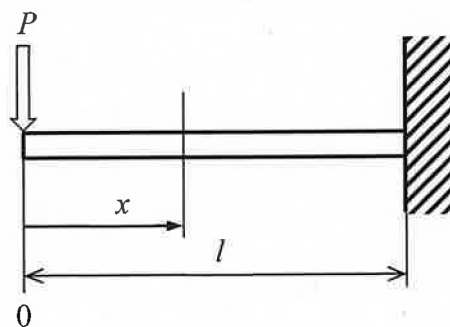


図1

3. 図 2 に示すように, はり AB と棒 CD が球を介して接しており, はりの先端に集中荷重 P が作用している. はり AB と棒 CD が, ともに縦弾性係数が E , 断面二次モーメントが I , 断面積が S , 長さが l のとき, 集中荷重 P を用いて球に作用する荷重 R を式で表わせ. ただし, 球は剛体であり, 球とはり AB および棒 CD は離れないものとする. なお, 答えだけでなく途中経過も書くこと.

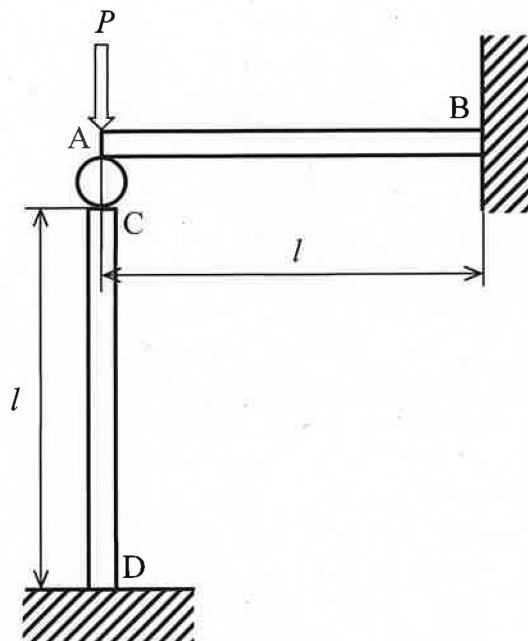


図 2

1. 図1に示すように、点Aから一様流速 v_A の水がピトー管に到達している場合について、以下の各問に答えなさい。

問1 ピトー管先端部B及び側面部Cにおける流体圧力を、それぞれ何と呼ぶか。

問2 点Bと点Cにおいて、ベルヌーイの式を適用し、 v_A を水面の高さの差 H を含む式で表しなさい。ただし、重力加速度を g とし、答えだけでなく途中経過も記述すること。

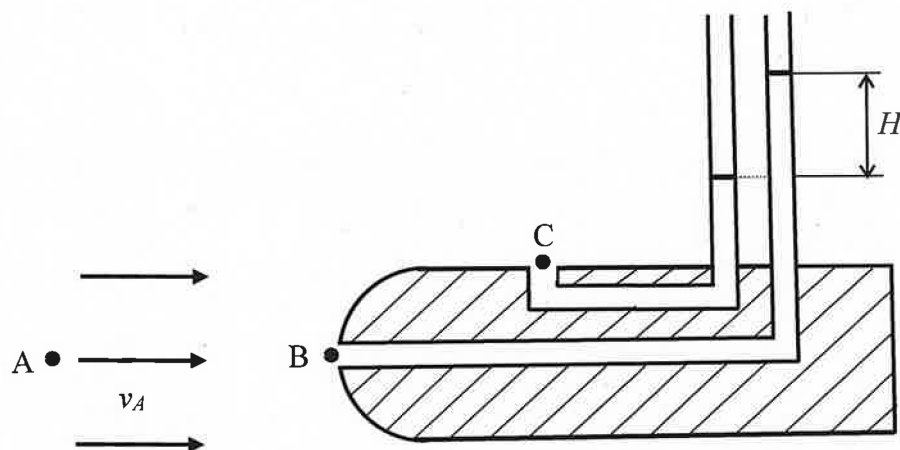


図1

2. 図2に示すような、流れの断面積が A_1 から A_2 に急激に広がる急拡大管における損失ヘッド h_s について、以下の各問に答えなさい。

問1 拡大する前後の流速をそれぞれ v_1 , v_2 , 流体圧力をそれぞれ p_1 , p_2 としたとき、液柱計設置位置 I および II 間においてベルヌーイの式を適用し, h_s を求める式を書け。ただし, 流体密度を ρ , 重力加速度を g とし, 答えだけでなく途中経過も記述すること。

問2 断面 I, II 間の流体に関する, 運動量の関係を表す式を書きなさい。ただし, 体積流量を Q とする。

問3 問1と問2より, h_s を, 断面 I における速度ヘッドの係数倍の形で表しなさい。ただし, 答えだけでなく途中経過も記述すること。

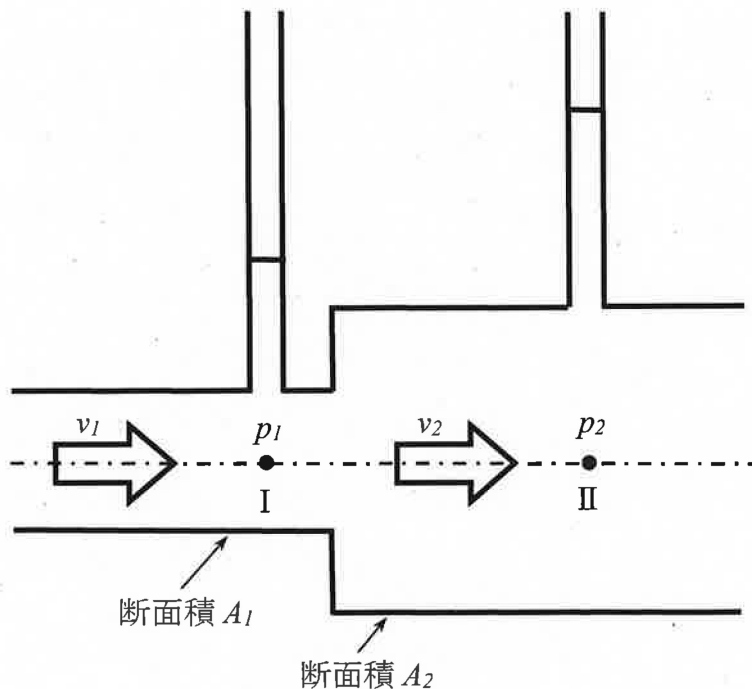


図2

3. 定圧比熱 $c_p = 2.0 \text{ kJ/(kg K)}$, 定積比熱 $c_v = 1.0 \text{ kJ/(kg K)}$ なる質量 0.2 kg の理想気体が, 容積可変の断熱された容器内で膨張する. 初期圧力が 250 kPa , 初期容積が 0.3 m^3 , 膨張後の容積が 0.5 m^3 であるとき, 以下の各問に答えなさい.

問1 この気体の初期温度 T_1 を求めよ.

問2 膨張後の気体の圧力 p_2 を求めよ.

4. 理想気体における比エントロピー変化 Δs が以下の式を表せることを示せ. ただし c_p は定圧比熱, R は気体定数, T は気体温度である.

$$\Delta s = c_p \ln T - R \ln p$$

5. カルノーヒートポンプで室内を暖房することを考える. 外気温度が 270 K のとき, 室内を 300 K に保つためには, ヒートポンプの入力を 2.5 kW にする必要があるという. このとき, 以下の各問に答えなさい.

問1 このヒートポンプの成績係数 COP を求めよ.

問2 室内に供給している熱量 Q を求めよ.

【注意】円周率 π ，真空の誘電率 ϵ_0 ，真空の透磁率 μ_0 はそのまま良い．計算過程を必ず示せ．

1. 図1のような磁束密度 $B=0.1\text{ T}$ の一様磁界中で，質量 $m=1\times 10^{-10}\text{ kg}$ ，電荷 $Q=1\times 10^{-6}\text{ C}$ の荷電粒子が速度 $v=100\text{ m/s}$ で右方向に動いている．

- (a) 荷電粒子の受ける力 F とその向きを求めよ．
 (b) 荷電粒子は等速円運動をする．この円の半径 R ，1秒あたりの回転数 f ，回転方向を求めよ．
 (c) 荷電粒子を右方向に直線運動させるために，磁束密度 B と同時に電界 E を印加する場合， E の大きさと向きを求めよ．

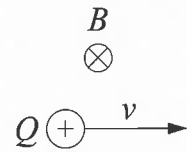


図1

2. 図2のように，磁束密度 $B=1\times 10^{-3}\text{ T}$ の一様磁界中に，一辺の長さ $l=2\text{ m}$ ，巻き数 $N=50$ の正方形コイルがある．

- (a) コイル面が B と直交した時，コイルを貫く磁束 Φ_0 を求めよ．
 (b) コイルが等速度で毎秒 50 回転した時，コイルを貫く磁束は時刻 $t[\text{s}]$ の関数 $\Phi(t)$ になる． $\Phi(t)$ を求めよ．ただし， $\Phi(0) = \Phi_0$ とする．
 (c) (b)の時，コイルに発生する起電力 $e(t)$ を求めよ．

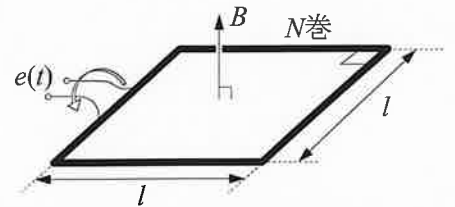


図2

3. 図3のように，電極面積 A ，電極間隔 $d=1\text{ mm}$ の平行平板コンデンサの電極間を比誘電率 $\epsilon_s = 3$ の誘電体で満たし，電圧 $V=100\text{ V}$ を印加して十分時間が経過した後，スイッチ S を切った．但し，コンデンサの端部効果は無視する．

- (a) 図3において，電極間の電界強度 E を求めよ．
 (b) 図3においてスイッチ S を切ったまま，図4のように，電極間の右半分に面積 $A/2$ ，厚さ d ，比誘電率 $\epsilon_s = 3$ の誘電体を残し，左半分は真空にした．この時の電極間の電圧 V_b を求めよ．

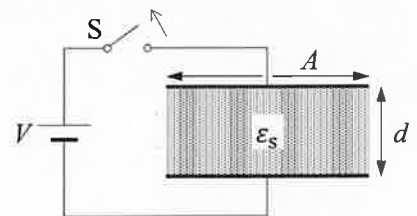


図3

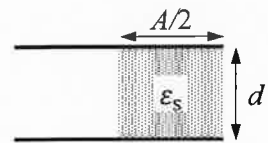


図4

4. 自由空間中で電界 $\vec{E} = [0 \quad Ae^{j(\omega t - kx)} \quad 0]$ V/m の時，磁界 $\vec{H}$ と波動インピーダンス η を求めよ．但し，角周波数 ω [rad/s]，波数 $k = \omega\sqrt{\epsilon_0\mu_0}$ rad/m とする．

(注意) 答は、小数・既約分数どちらでも可。 π や $\sqrt{}$ はそのまま書いて良い。

答の導出は必ず過程を示し、解答欄に[]がある場合は単位を記入すること。

1. 三相交流電源に、 1Ω の抵抗線路を介して、 $3+j6\Omega$ の負荷と、 $-jx\Omega$ の調相用キャパシタが、図1に示されるように接続されている。

(a) $x = \infty$ のとき、線電流 $\dot{I}_a$ と、負荷の相電流 $\dot{I}'_{ab}$ を求め、フェーザ表示で示せ。

(b) $x = \infty$ のとき、電源が供給する有効電力 P 、および負荷で消費される電力 P' を求めよ。

(c) x を有限値に調整($x \neq \infty$)して、電源から見た負荷のリアクタンス成分がゼロになるようにする。このときの x を求めよ。

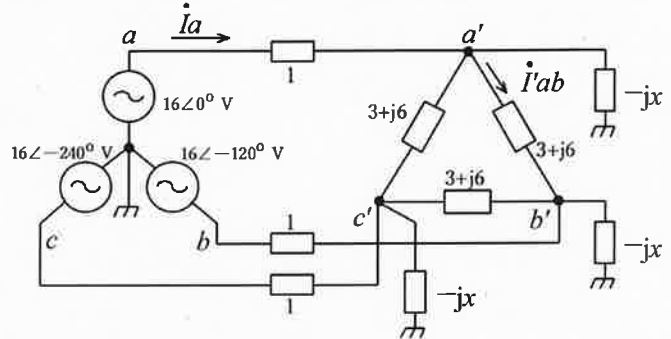


図 1

2. 次の問いに答えよ。

(a) 図2に示す回路のF行列を示せ。

(b) 図3に示す回路のF行列を導け。ただし図中の変圧器は理想変圧器とし、変圧器上に記載された比の値は巻き数比とする。

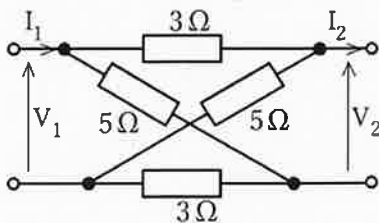


図 2

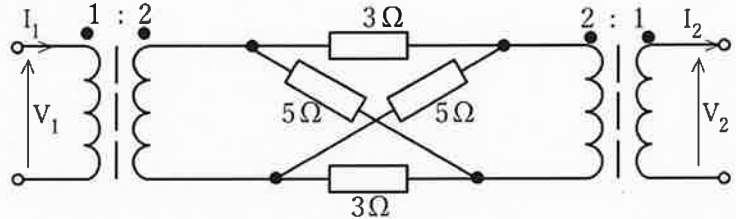


図 3

3. 次の問いに答えよ。

(a) 図4に示す回路において電源電圧 $e(t)$ のラプラス変換を $E(s)$ とすると、電流 $i(t)$ のラプラス変換 $I(s)$ を、 $E(s)$ を用いて表せ。

(b) $e(t)$ が図5(a)に示す関数であったとき、電流 $i(t)$ を求めよ。

(c) 図5(b)に示す関数 $e(t)$ のラプラス変換 $E(s)$ を示せ。

(d) $e(t)$ が図5(b)に示す関数であったとき、電流 $i(t)$ を $0 < t < 2$ および $t > 2$ の2つの場合に対して求めよ。

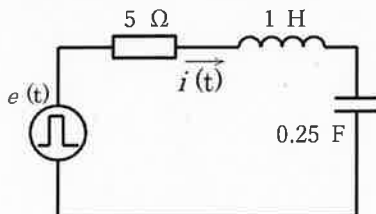


図 4

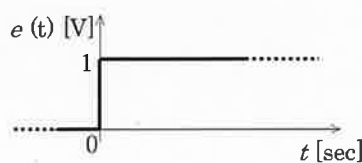


図 5 (a)

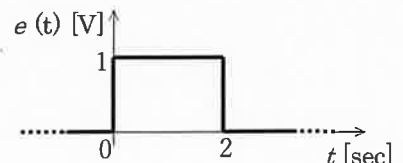


図 5 (b)