

令和3年度

宇都宮大学工学部第3年次編入学

専門科目試験問題

「機械工学」

〔試験日〕 令和2年8月28日（金）

〔試験時間〕 11:00～12:00

【注意事項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけない。
2. 「受験番号」は、解答用紙及び下書き用紙の受験番号欄に忘れずに記入すること。
3. 試験問題は第1問から第4問までである。4問のうち3問を選択して解答すること。  
落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所があった場合には、申し出ること。
4. 必ず、1枚の解答用紙に1問の解答を記入すること。  
選択した「問題番号」は、各解答用紙の問題番号欄に忘れずに記入すること。
5. 解答用紙には、答えだけでなく計算過程も記入すること。表面に書き切れなければ裏面を使用してもよい。
6. 問題について、質問がある場合には、その場で質問すること。
7. 問題用紙は持ち帰ること。解答用紙及び下書き用紙は回収する。
8. 体の具合が悪くなった場合、用便などの場合は、手をあげて監督者に申し出ること。

科目名	機械工学	検査コース	機械システム工学
-----	------	-------	----------

第1問 室温  $T_0$  での長さ  $l$  で、縦弾性係数  $E_A$ 、断面積  $S$  の材料 A の棒と縦弾性係数  $E_B$ 、断面積  $2S$  の材料 B の棒がある。これらの棒を室温  $T_0$  から温度  $T_1$  まで加熱すると、A の棒と B の棒は熱膨張によりそれぞれ長さが  $\lambda_A$ 、 $\lambda_B$  ( $\lambda_A > \lambda_B$ ) だけ増加する。

図1のように、A の棒2本と B の棒1本を剛体板  $P_1, P_2$  間に室温  $T_0$  で固定した。このとき、固定した棒と剛体板全体を温度  $T_1$  まで加熱すると、剛体板間の距離 (A の棒と B の棒の長さ) の増加量  $\delta$  はいくらか、以下の手順で求めよ。ここで、応力を正、圧縮を負とする。

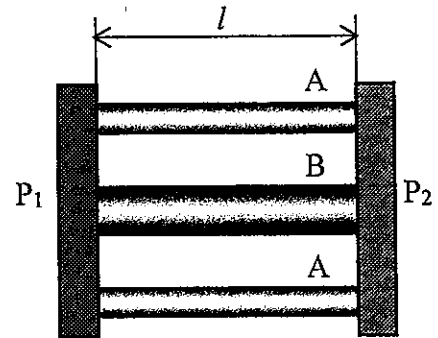


図1

- (1) 固定した棒と剛体板全体を温度  $T_1$  に加熱したとき、棒 A および棒 B に生じる応力  $\sigma_A$  および  $\sigma_B$  の間に成り立つ関係式を求めよ。ただし、熱膨張による棒の断面積変化は無視できるものとする。
- (2) (1)の関係式を用いて、温度  $T_1$  に加熱したとき棒 A および棒 B に生じるひずみ  $\epsilon_A$  および  $\epsilon_B$  の間に成り立つ関係式を求めよ。
- (3)  $\epsilon_A$  および  $\epsilon_B$  をそれぞれ  $l$ 、 $\lambda_A$ 、 $\lambda_B$ 、 $\delta$  で表せ。
- (4) (2)の関係式に、(3)で求めた式を代入し、その式を  $\delta$  について解くことにより、 $\delta$  を求める式を導け。

科目名	機械工学	検査コース	機械システム工学
-----	------	-------	----------

第2問 図2のように、下端が床面に固定され、上端に質量と厚みの無視できる板が取り付けられた、ばね定数 $k$ の質量の無視できるばねに向けて、板から鉛直上方向に $h$ だけ離れた位置から、質量 $m$ の物体を速さ $v_0$ で投げ下ろした。以下の問いについて計算過程とともに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを $g$ 、ばねの自然の長さを $l_0$ 、空気抵抗は無視でき、床面を位置エネルギーの基準面とする。

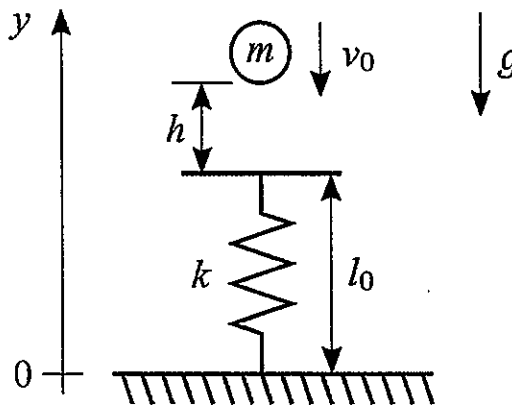


図2

- 問1 物体を投げ下ろした瞬間の、物体の力学的エネルギー $E_1$ を求めよ。
- 問2 物体が板に衝突した後、ばねが自然の長さから $y_1$ だけ縮んだとき、物体の速さが0になった。この瞬間の、全体の力学的エネルギー $E_2$ を求めよ。
- 問3 ばねが床面を押す最大の力の大きさ $F_{\max}$ を求めよ。

科目名	機械工学	検査コース	機械システム工学
-----	------	-------	----------

第3問 下図はフィードバック要素をもつ制御系のブロック線図の一例である。

次の問いに答えよ。(導出過程も示すこと)

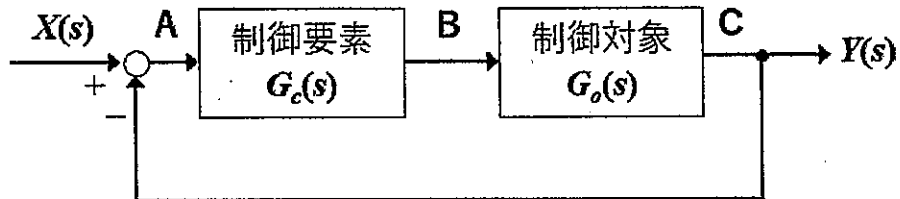


図3

問1 A~Cには信号の名称が入る。それぞれの名称を次の語群から選択し、その意味と合わせて記入せよ。

語群： 基準入力, 操作量, 目標値, 制御量, 動作信号, 外乱

問2 このブロック線図は,  $K, T$  を任意定数とする制御要素  $G_c(s) = K$  と制御対象  $G_o(s) = 1/(1+Ts)$  によって構成されている。このブロック線図の伝達関数  $G(s)$  を求めよ。

問3 問2で導出された  $G(s)$  に対して,  $X(s)$  に単位ステップ入力を与えられたときの出力  $y(t)$  を求め, そのグラフの概形を示せ。このとき, 各任意定数は  $K=1, T=1$  とする。

科目名	機械工学	検査コース	機械システム工学
-----	------	-------	----------

第4問 1 mol の単原子分子理想気体に対して、図のようなサイクルを行わせた時、以下の問いに答えよ。

ただし、仕事は外にした仕事を正、熱は外から貰った熱を正とし、気体定数を  $R$  とする。

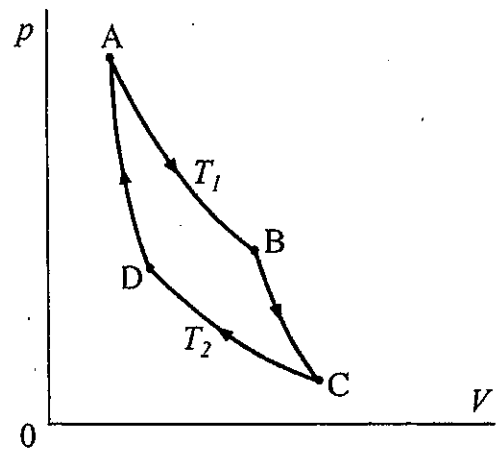


図4

問1 状態 A (圧力  $p_A$ , 体積  $V_A$ , 温度  $T_1$ ) から状態 B (圧力  $p_B$ , 体積  $V_B$ , 温度  $T_1$ ) の変化は等温変化である。この間に外界とやり取りした仕事  $W_{AB}$  と熱  $Q_{AB}$  を求めよ。

問2 状態 B から状態 C (圧力  $p_C$ , 体積  $V_C$ , 温度  $T_2$ ) の変化は断熱変化である。この間に外界とやり取りした仕事  $W_{BC}$  と熱  $Q_{BC}$  を求めよ。

問3 状態 C から状態 D (圧力  $p_D$ , 体積  $V_D$ , 温度  $T_2$ ) の変化は等温変化である。この間に外界とやり取りした仕事  $W_{CD}$  と熱  $Q_{CD}$  を求めよ。

問4 状態 D から状態 A の変化は断熱変化である。この間に外界とやり取りした仕事  $W_{DA}$  と熱  $Q_{DA}$  を求めよ。

問5 このサイクルの熱効率  $\eta$  を求めよ。

問6 このサイクルの名前を答えよ。