

令和8年4月入学(第2回)
山口大学大学院創成科学研究科(工学系) 博士前期課程入学試験

受験区分コード 55

専門科目(機械力学及び制御工学(古典))

問題(配点 75 点)

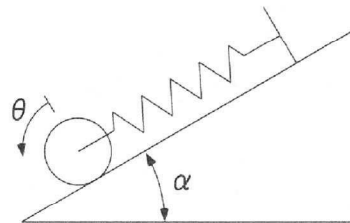
図は、角度 α の斜面を転がる円板と、それをバネで連結した系である。円板の質量を m 、半径を R 、厚さを a 、バネ定数を k とすると、以下の問いに答えよ。ここで、円板は滑ることなく斜面を転がることに注意せよ。また、斜面の長さは十分に長く、バネの初期長さは、円板の自重とバネの弾性力が釣り合っただけの長さ(釣り合い位置)とする。

- (1) 斜面方向への変位が x のときを考える。斜面と円板が滑らずに転がる時、円板に発生する摩擦力を F とする。円板に関して、(斜面方向の)並進運動に関する運動方程式を求めよ。
- (2) 円板の回転角が θ のときを考える。円板の慣性モーメントを求め、円板の回転運動に関する運動方程式を求めよ。
- (3) 円板の斜面方向への変位と回転角の関係を示し、(1)と(2)で得られた運動方程式から θ に関する運動方程式を求め、固有角振動数を求めよ。

ここで、この円板の時間 t に関する回転自由振動 $\theta(t)$ を制御系に入力したとき、出力 $\varphi(t)$ と入力 $\theta(t)$ との関係が、次の微分方程式で与えられたとする。

$$\frac{d^3\varphi(t)}{dt^3} + 5\frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} + 7\frac{d\varphi(t)}{dt} + 3\varphi(t) = 3\frac{d^2\theta(t)}{dt^2} + \theta(t)$$

- (4) 上式をラプラス変換し、制御系の伝達関数を求めよ。
- (5) インパルス応答を求めよ。



図

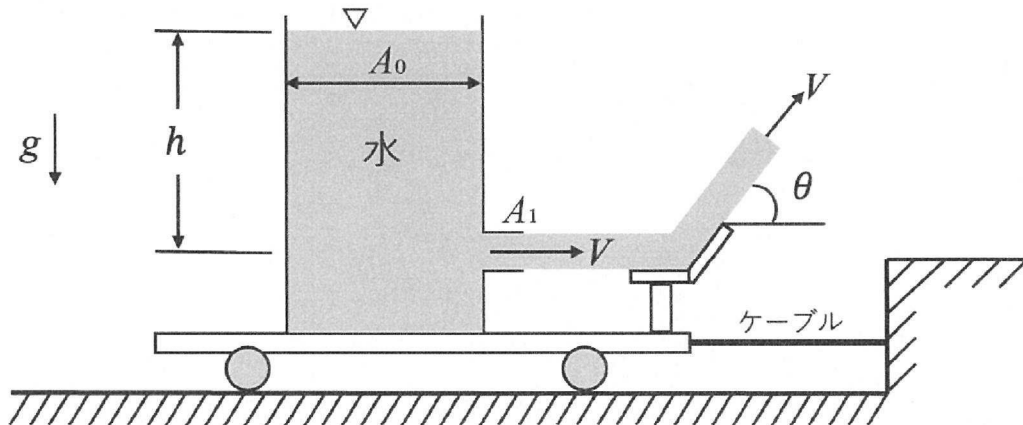
令和8年4月入学(第2回)
山口大学大学院創成科学研究科(工学系) 博士前期課程入学試験

受験区分コード 55
専門科目(水力学)

問題(配点75点)

断面積が A_0 の水タンクが、地面との摩擦がない台車の上に載っている。水面から h の深さにある面積 A_1 の噴流がタンクから放出し、偏向板によって水平方向から角度 θ で向きを変えられる。 $A_0 \gg A_1$ であると仮定する。また、噴流の速度と面積はタンクを出た後も一定であると仮定する。水の密度は ρ 、重力加速度は g とする。

- (1) 噴流の速度 V を計算しなさい。
- (2) 偏向板に作用する水平方向成分の力 F の大きさを計算しなさい。
- (3) ケーブルにかかる張力 T を計算しなさい。
- (4) 偏向板の角度を $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ の範囲で変えるとき、ケーブルの張力 T が最大になる角度を求めなさい。



令和 8 年 4 月入学 (第 2 回)
 山口大学大学院創成科学研究科 (工学系) 博士前期課程入学試験

受験区分コード 55
 専門科目 (熱力学)

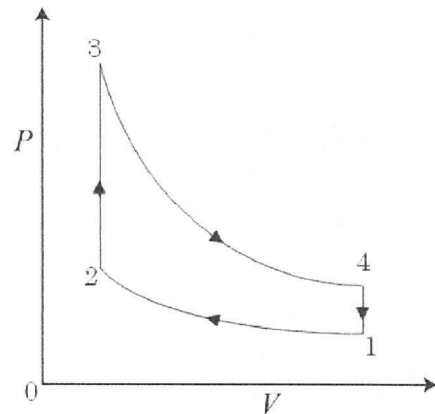
問題 (配点 75 点)

質量 $M=1.50 \text{ g}$ の完全ガス (比熱比 $\kappa=1.40$, ガス定数 $R=0.287 \text{ kJ/(kgK)}$) を作動流体とする圧縮比 $\varepsilon=10.0$ のサイクルについて考える. このサイクルは, ポリトロープ指数 $n_c=1.35$ の圧縮過程 $1 \rightarrow 2$, 供給熱量 $Q_{23}=3.00 \text{ kJ}$ の等容加熱過程 $2 \rightarrow 3$, ポリトロープ指数 $n_e=1.45$ の膨張過程 $3 \rightarrow 4$ および等容冷却過程 $4 \rightarrow 1$ から構成される. 状態 1 の作動流体の圧力および温度をそれぞれ 0.101 MPa および $20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ として, 以下の問いに答えなさい.

1. 状態 2 における圧力 (MPa) および温度 ($^\circ\text{C}$) を求めなさい.

2. 系の最高温度 T_{\max} ($^\circ\text{C}$) を求めなさい.

3. 膨張過程 $3 \rightarrow 4$ において作動流体が外部になす仕事 $W_{34} = \frac{-MR}{n_e-1}(T_4 - T_3)$ と表されることを示しなさい. ただし, $W_{34} = \int_{V_3}^{V_4} P dV$ から式変形を開始すること.



4. 膨張過程 $3 \rightarrow 4$ において動作流体に供給された熱量 Q_{34} の式を示したうえで, 熱が作動流体に供給されているか, 作動流体から失われているかを示しなさい.

令和 8 年 4 月入学 (第 2 回)
 山口大学大学院創成科学研究科 (工学系) 博士前期課程入学試験

受験区分コード 55
 専門科目 (材料力学)

問題 (配点 75 点)

長さ $L/2$, 断面積 A , ヤング率 E_1 , 線膨張係数 α_1 の棒 1 と長さ $L/2$, 断面積 A , ヤング率 E_2 , 線膨張係数 α_2 の棒 2 が接合され, 図 1 のように剛体壁に固定されている. 温度 T_0 において, これらの棒には応力が発生していないとする. はりの温度を T_0 から ΔT だけ一様に上昇させたときについて, 以下の設問に答えよ. なお, これらの棒は座屈しない.

- (1) $E_1 = E_2 = E$, $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ の場合, 棒 1 に生じる応力を求めよ. ただし, 引張の応力を正とし, 解答には $L, A, E, \alpha, T_0, \Delta T$ の中から必要なものを用いよ.
- (2) $E_1 \neq E_2$, $\alpha_1 \neq \alpha_2$ の場合, B 点の変位を求めよ. ただし, 右向きの変位を正とし, 解答には $L, A, E_1, E_2, \alpha_1, \alpha_2, T_0, \Delta T$ の中から必要なものを用いよ.

次に, 図 2 のようなはり AB について考える. はり AB は A 点において剛体壁に固定され, B 点にはばね定数が未知のばねが接続されている. はりの長さは L , ヤング率は E , 断面二次モーメントは I とする. ばねの長さが自然長の状態 (図 2(a)) から, 左側の剛体壁を鉛直下向きに移動させ, A 点の位置を δy だけ移動させた (図 2(b)). 以下の設問に答えよ.

- (3) はりがばねから受ける力を P とした場合, A 点を基準とした B 点の y 方向変位 (鉛直上向きを正とする) を求めよ. ただし, 解答には L, E, I, P の中から必要なものを用いよ.
- (4) ばねのばね定数を k とした場合, はりがばねから受ける力を求めよ. ただし, 解答には $L, E, I, \delta y, k$ の中から必要なものを用いよ.
- (5) B 点におけるはりのたわみ角が θ_B であった場合, ばねのばね定数を求めよ. ただし, 解答には $L, E, I, \delta y, \theta_B$ の中から必要なものを用いよ.

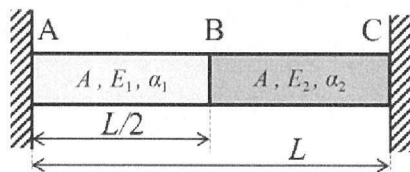


図 1

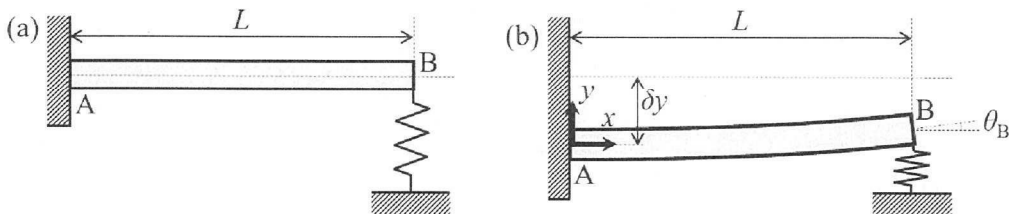


図 2