

令和5年度

専攻科入学者選抜
学力検査問題

専門(機械コース)

(配点)

	出題分野	配点
1	材料力学	70点
2	機械力学	30点
3	熱力学	50点
4	流体力学	50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6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. 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)

問 1

図 1-1 のように、両端を壁に固定されている棒がある。左端Aから a 、右端Cから b の断面Bに荷重 P を作用させるとき、壁の反力 R_1 および R_2 を a 、 b および P で表しなさい。ただし壁は動かないものとし、 R_1 および R_2 は図の向きを正とする。

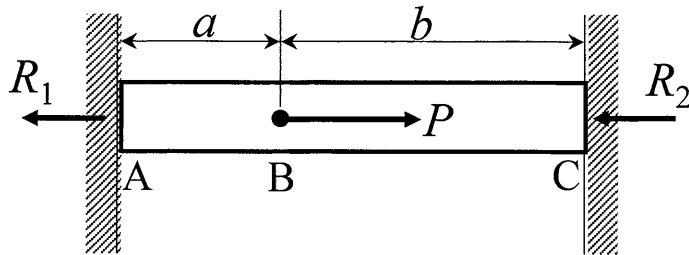


図 1-1

問 2

図 1-2 に示すような直径 $d = 16$ mm のポンチで厚さ $t = 2$ mm の鋼板に穴をあけたい。ポンチに加える荷重 P と、生じる圧縮応力 σ_c を求めなさい。ここで、鋼板のせん断に対する強さを $\tau = 100$ MPa とし、円周率 $\pi = 3$ として計算すること。

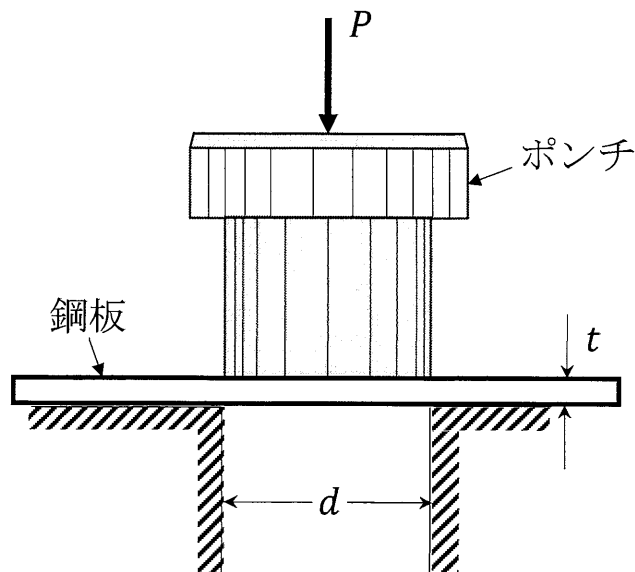


図 1-2

問3

図1-3に示すような三角形分布荷重が作用する単純支持はりにおける支点反力 R_a および R_b を求めなさい。

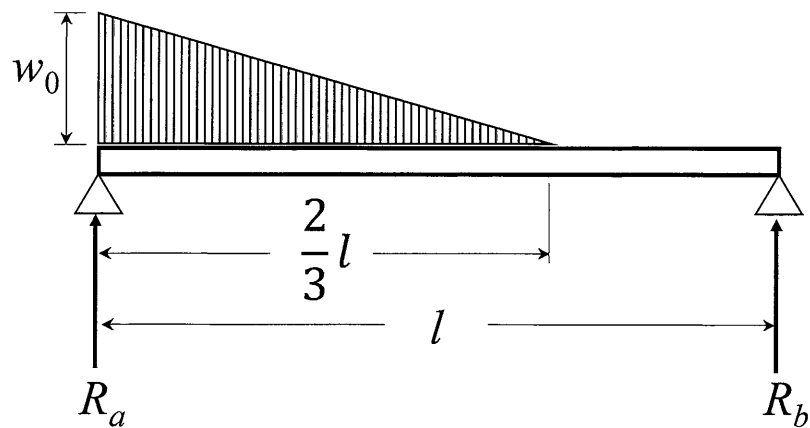


図1-3

2 (機械力学)

問1 ばねに質量 m の重りをつり下げたら、ばねが x_d 伸びた。この系の固有角振動数 (固有円振動数) ω_n と固有周期 T_n を求めなさい。ただし、重力加速度は g , 円周率は π とする。

問2 滑らかな床面に置かれた質量 m の物体が、図2-1のようにバネ定数 k のバネと減衰係数 c のダンパーによって壁と繋がっている1自由度系の微小振動を考える。以下の問いに答えなさい。

- (1) 物体の変位を x とするとき、系の運動方程式を立てなさい。
- (2) (1)の解を $x = e^{\lambda t}$ とするとき、系の特性方程式を求めなさい。
- (3) (2)の特性方程式の根を示し、臨界減衰係数 C_c を求めなさい。また、 $m = 5$ [kg] , $k = 20$ [N/m] とするとき、 C_c を具体的に求めなさい。
- (4) 物体に初期変位 x_0 を与え手を離す。このとき、減衰振動および臨界減衰、それぞれの場合の応答波形の概観を解答用紙の図中に描きなさい。ただし、時間が十分過ぎたときの変位はゼロになるものとし、描いた波形の最後は必ずゼロに収束させること。

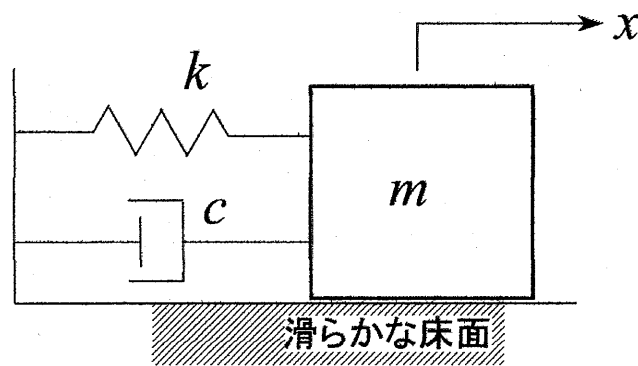


図2-1

3 (熱力学)

問1 図3-1に示すように工場廃熱を用い、蓄熱・熱交換システム内にある蓄熱媒体の温度が t_H [°C]である廃熱回収システムがあり、工場排熱 W [W]を利用する潜熱・熱交換システムの熱損失は無視できるものとする。熱機関は、蓄熱媒体を高温熱源、周囲の大気温度 t_a [°C]を低温熱源としてサイクルを行い、 P [W]の電力を発電できるものとし、発電機効率 $\eta_G = 1$ とする。以下の問いに答えよ。

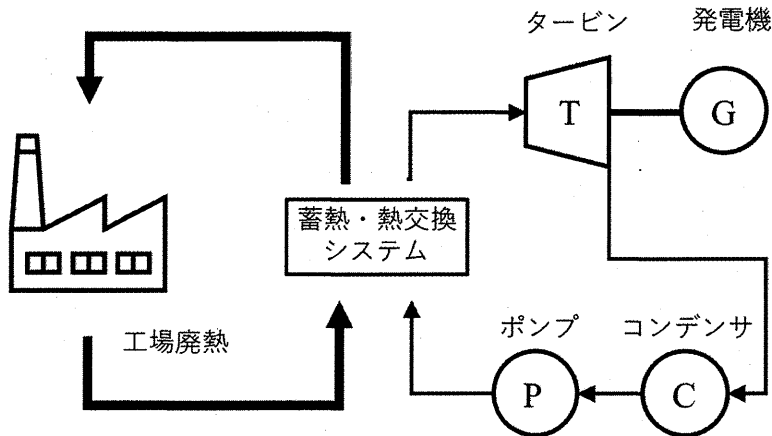


図3-1

- (1) この廃熱回収システムがサイクルで稼働するとした場合の理論最大熱効率を求めよ。
- (2) 工場排熱を W [W]とし、すべての工場排熱が蓄熱・熱交換システムで用いられるとした場合に、最大の電力 P [W]を得るために必要な熱量を求めよ。ただし、(1)の結果を用いることとする。

問2 図3-2に示すように標準大気圧 P_0 [Pa]の環境下において、内径 D [m]のシリンダとピストンで閉じ込められた気体がある。ピストンはバネ定数 k [N/m]のバネと動かない壁により接続されている。外部から Q [J]の熱量を加えたとき、ピストンが x [m]動いた。以下の問いに答えよ。ただし、各種摩擦による損失はないものとする。

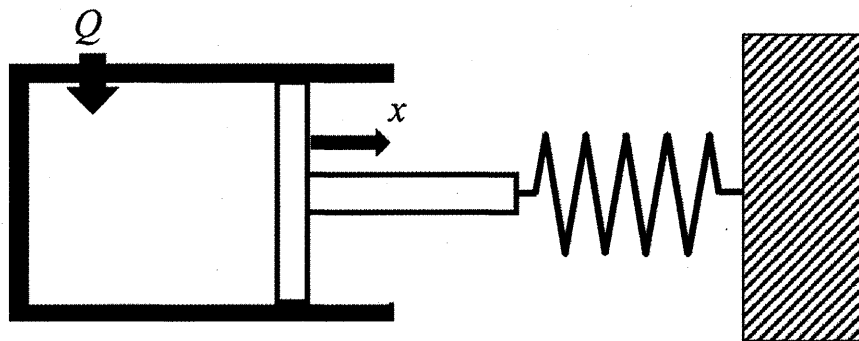


図3-2

- (1) このとき、ピストンが外部に行った仕事を求めよ。
- (2) このとき、内部エネルギーの変化量を求めよ。ただし、バネ定数 k [N/m]を用いること。

4 (流体力学)

問1 図4-1に示すように液槽に液体が入っている。内部を確認できるように丸い穴が開いており、そこに半径 r [m]の透明な板がはめ込まれている。以下の問いに答えよ。ただし、液槽内の液体の密度 ρ [kg/m³], 重力加速度 g [m/s²]とする。

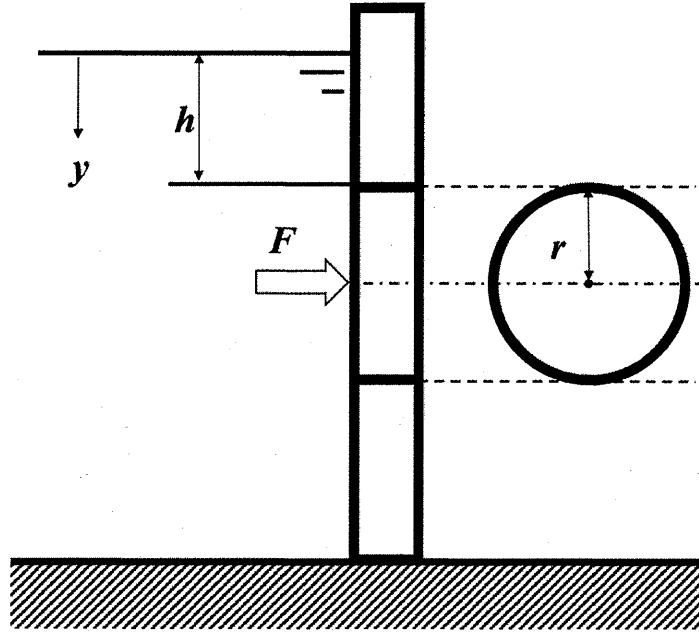


図4-1

- (1) このとき、透明な板に作用する全圧力を求めよ。
- (2) このとき、液面から圧力中心までの距離を半径 r [m]を用いて求めよ。ただし円板の図心を通る水平軸まわりの断面二次モーメントは I_G [m⁴]とする。

問2 図4-2に示すようなU字管マンノメータを直列に繋げた2連U字管マンノメータがある。以下の問いに答えよ。

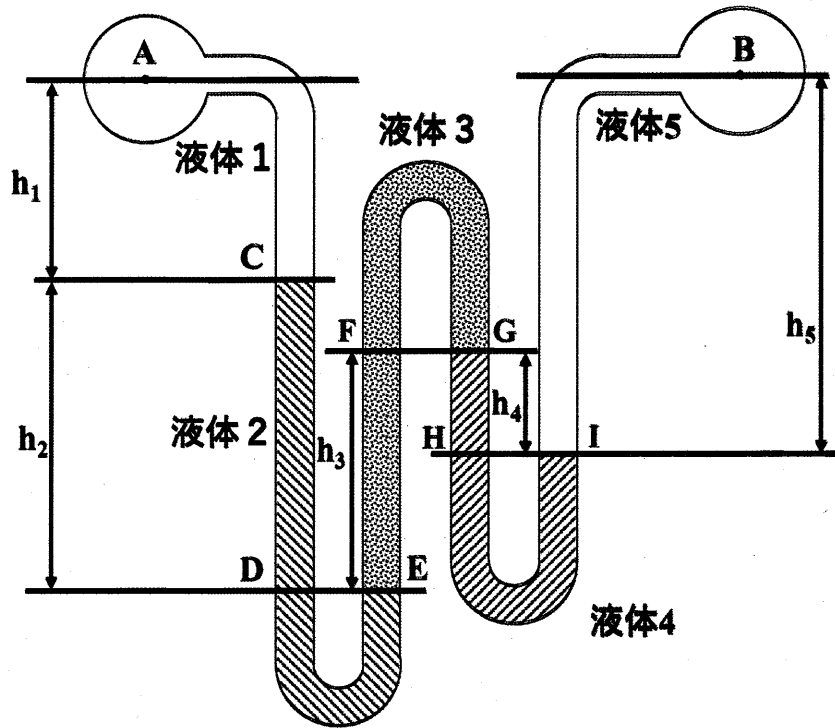


図4-2

- (1) 点Dにおける圧力を液体1, 2の密度 ρ_1 [kg/m³], ρ_2 [kg/m³] を用いて答えよ。ただし、点Aにおける圧力は p_A として扱ってよい。
- (2) 点Hにおける圧力の関係を液体4の密度 ρ_4 [kg/m³] を用いて答えよ。ただし、点Gにおける圧力は p_G として扱ってよい。
- (3) 点Aと点Bにおける圧力 p_A , p_B の圧力差を求めよ。ただし、点F, Gにおける圧力 p_F , p_G を用いてはいけない。