

令和5年度 専攻科入学者選抜 学力検査問題

(1/4)

専攻	システム創成工学専攻 機械制御システムコース	科目名	熱・水力学	受験番号		得点	
----	---------------------------	-----	-------	------	--	----	--

【1】熱容量が 50 J/K の容器に水 300 g を入れ、熱平衡になった状態で水の温度を測定したら 22°C であった。つぎにその中に 100°C に熱した 60 g の金属を入れ、熱平衡になった状態での温度を測定したところ 25°C であった。熱損失はないものとして金属の比熱を求めなさい。ただし、水の比熱は $4186 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ とする。

答え： _____ $[\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})]$

【2】圧縮機に気体が比エンタルピー 300 kJ/kg 、速度 50 m/s で流入し、圧縮された後、比エンタルピー 450 kJ/kg 、速度 100 m/s で流出する。圧縮する気体の質量を 360 kg/h とした場合、圧縮に要する動力を求めなさい。ただし、供給動力の 3% は損失として失われるものとする。

答え： _____ $[\text{kW}]$

【3】酸素、二酸化炭素、窒素が容積比で 10% 、 8% 、 82% の割合で混合している混合ガスの 500°C 、 101 kPa の密度を求めなさい。ただし、気体定数は $259.84 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ (酸素)、 $188.92 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ (二酸化炭素)、 $296.80 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ (窒素) とする。

答え： _____ $[\text{kg}/\text{m}^3]$

令和5年度 専攻科入学選抜 学力検査問題

(2/4)

専攻	システム創成工学専攻 機械制御システムコース	科目名	熱・水力学	受験番号		得点	
----	---------------------------	-----	-------	------	--	----	--

【4】1 kg の空気を圧力 1200 kPa、温度 500 K の状態から圧力 100 kPa になるまで断熱的に膨張させたとする。膨張後の温度、気体のなす絶対仕事をそれぞれ求めなさい。ただし、空気の比熱比 $\kappa=1.4$ 、気体定数 $R=287 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ とする。

答え（温度）： _____ [K] 答え（気体のなす絶対仕事）： _____ [kJ]

【5】低温熱源の温度が 300 K であるカルノーサイクル（熱機関）を考える。このサイクルは 1 サイクルで 100 kJ の仕事を出し、作動流体のエントロピーは高温熱源から熱を供給されることで 1 サイクルあたり 0.5 kJ/K 増加する。高温熱源から供給される熱量、このサイクルの理論熱効率をそれぞれ求めなさい。

答え（供給される熱量）： _____ [kJ] 答え（理論熱効率）： _____

専攻	システム創成工学専攻 機械制御システムコース	科目名	熱・水力学	受験 番号		得点	
----	---------------------------	-----	-------	----------	--	----	--

- 【6】 ある液体の体積が 172 L(リットル)、重量が 1.63 kN であった。この液体の密度 ρ と比重 s を答えなさい。ただし、水の密度は 1000 kg/m^3 、重力加速度は 9.8 m/s^2 とする。

密度 ρ : _____ (kg/m^3)、比重 s : _____ (-)

- 【7】 図1に示す断面積が a 、長さが L 、そして密度が ρ_0 の円柱に、質量が M 、体積が V の錘を取り付けた比重計がある。これを密度 ρ の液体に入れたところ円柱が水面から x ($0 \leq x \leq L$) だけ沈み込み静止した。各変数は SI 単位で表されているとし、以下の設問に答えなさい。

- (1) 液体の密度 ρ を M 、 V 、 a 、 L 、 ρ_0 、そして x を用いて表しなさい。



図1

- (2) この比重計で測定できる密度 ρ の最小と最大とを、 M 、 V 、 a 、 L 、そして ρ_0 を用いて表しなさい。

密度 ρ の最小 : _____、密度 ρ の最大 : _____

- 【8】 図2に示す距離 h を隔てた平行な固定壁間に粘度 μ の液体が封入され、壁間を 2:1 に分断する位置に厚さの無視できる平板が速度 V で壁と平行に移動する。液体の速度分布はいずれも直線で、層流を維持しているものとする。各変数は SI 単位で表されているとし、以下の設問に答えなさい。

- (1) 平板に作用するせん断応力 τ を μ 、 V 、 h を用いて表しなさい。

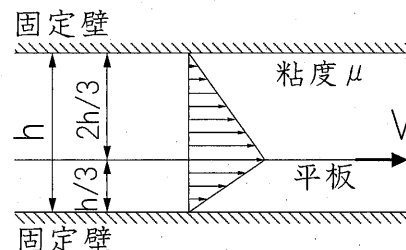


図2

せん断応力 τ : _____

- (2) 平板移動に伴い固定壁間内を流れる液体の体積流量 Q を V 、 h を用いて表しなさい。

体積流量 Q : _____

専攻	システム創成工学専攻 機械制御システムコース	科目名	熱・水力学	受験番号		得点	
----	---------------------------	-----	-------	------	--	----	--

【9】 図3に示す直径 $d=30\text{ mm}$ の円管を介して大きな水槽からサイフォンにより液体（密度 1000 kg/m^3 ）がノズル（直径 $d_0=15\text{ mm}$ ）より噴出する。重力加速度を 9.8 m/s^2 、損失は一切ないものとし、以下の設問に答えなさい。

(1) ノズルから噴出する液体の質量流量 Q を答えなさい。単位も記すこと。

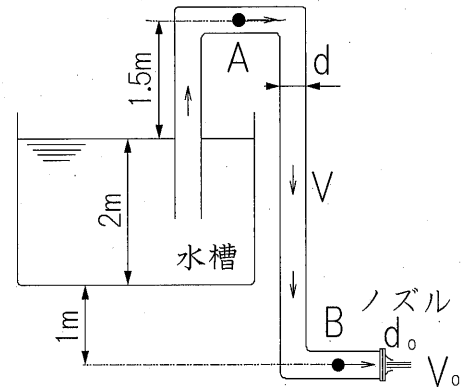


図3

質量流量 Q : _____ (単位 _____)

(2) 円管内の速度 V および A 点と B 点の圧力（ゲージ圧）を答えなさい。

速度 V : _____ (m/s)

A 点の圧力 P_A : _____ (Pa)、B 点の圧力 P_B : _____ (Pa)

【10】 図4に示す直径 $d=26\text{ mm}$ の2つのノズルからそれぞれ流量 $Q=0.012\text{ m}^3/\text{s}$ の水（密度 1000 kg/m^3 ）を回転円（半径 $R=1.2\text{ m}$ ）接線方向に放出する水車が定常回転している。損失は一切ないものとし、以下の設問に答えなさい。

(1) 水車の回転数 N を答えなさい。

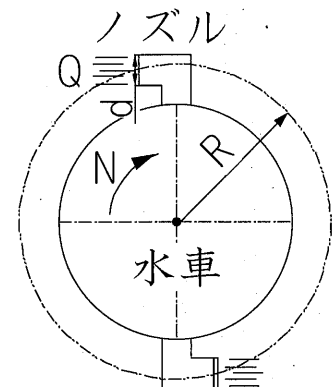


図4

回転数 N : _____ (rpm)

(2) 水車の回転を停止させるのに必要なトルク T を答えなさい。

トルク T : _____ (Nm)