２０２５年度（令和７年度）

編入学者・転入学者選抜　専門試験

電気・機械工学科（機械工学分野）

問題冊子（解答時間１２０分）

注意事項

1．試験開始の合図があるまで，配布された冊子を開いてはいけません。
2．以下の４つの科目を全て解答してください。

問題番号・科目名
問題１　工業力学
問題２　材料力学
問題３　熱力学
問題４　流体力学

3．この冊子には問題用紙が５枚，下書用紙が２枚あります。用紙の脱落等に気づいたときには，手を挙げて監督者に知らせてください。
4．問題用紙の余白や下書用紙は，計算などに適宜使用して構いません。
5．別冊子の解答用紙冊子には，科目ごとに解答用紙が１枚づつ計４枚あります。用紙の脱落等に気づいたときには，手を挙げて監督者に知らせてください。全ての解答用紙に，「受験番号」を記入してください。
6．試験終了まで退室できません。試験時間中に用がある場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。
7．試験終了後に解答用紙は回収します。問題用紙および下書用紙は持ち帰ってください。

名古屋工業大学　電気・機械工学科（機械工学分野）

２０２５年度（令和７年度）　編入学者・転入学者選抜学力検査［問題］

ー 専 門 試 験 ー

電気・機械工学科（機械工学分野）

工業力学

問題１　設問すべてについて解答すること。

一辺の長さが$2L$の質量Mの一様な正方形板ABCDが図１のように保持されている。正方形板の頂点Aが壁に設置されたピンでピン支持されており，辺ADが水平となるように頂点Cに取り付けたケーブルで支えられている。ケーブルは正方形板の辺BCに対して90°の状態で取り付けられている。ただし，重力加速度はg，正方形板の重心Gを通り正方形板に垂直な軸に関する慣性モーメントは$I_G = 2ML^2/3$で与えられる。また，図１のように水平方向にx軸，鉛直方向にy軸となる座標を取る。次の(1)～(5)の問いについて答えよ。

(1) ケーブルの張力をT，ピン支持点Aに作用する支持反力のx，y成分をそれぞれA_x，A_yとするとき，力のつり合い条件および力のモーメントのつり合い条件を示せ。

(2) ケーブルの張力T，ピン支持点Aに作用する支持反力の各成分A_x，A_yを求めよ。

(3) 正方形板の重心Gの加速度のx，y成分をそれぞれa_x，a_y，正方形板の重心G周りの回転角加速度をαとするとき，静かにケーブルを切り離した直後の正方形板の並進の運動方程式と重心G周りの回転の運動方程式を示せ。ただし，ピン支持点Aに作用する支持反力のx，y成分をそれぞれA'_x，A'_yとする。

(4) 静かにケーブルを切り離した直後の正方形板の重心G周りの回転角加速度αおよび重心Gの加速度の各成分a_x，a_yを求めよ。ただし，A'_x，A'_yを用いないこと。

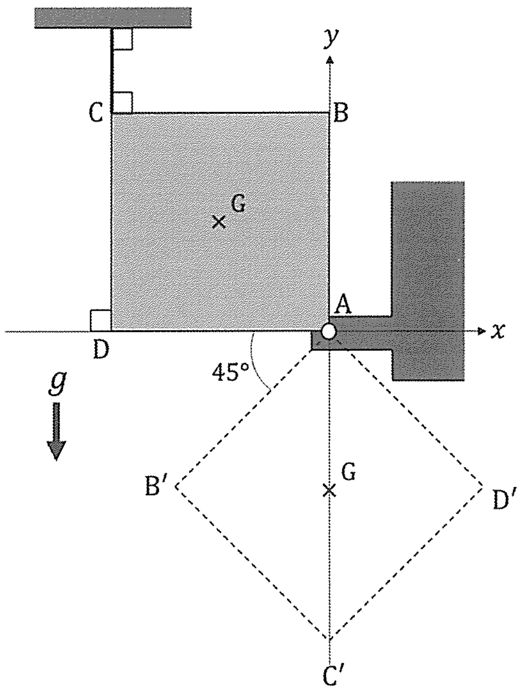

図１

(5) ケーブルを切り離した後，正方形板は135°回転して図１の点線の位置AB′C′D′まで回転した。このときの正方形板の重心G周りの回転角速度ωを求めよ。ただし，A'_x，A'_yを用いないこと。

２０２５年度（令和７年度）　編入学者・転入学者選抜学力検査［問題］

－　専　門　試　験　－

電気・機械工学科（機械工学分野）

材料力学

問題２　設問すべてについて解答すること。

図１に示すように，長さ $5L$ の両側突出しはり AB が，A から距離 a にある位置 C と，位置 C から距離 $3L$ の位置 D において単純に支持され，両端 A，B にそれぞれ P，$2P$ の集中荷重を下向きに受けている。a は $0 < a < 2L$ の範囲で可変である。左端面 A の図心を原点 O とし，はりに沿って右向きに x 軸，下向きに y 軸，両軸と直交する方向に z 軸を定義する。はりの yz 断面は，図２に示すような一辺 b の正方形から z 軸に平行な２直線で相対する頂点付近の直角二等辺三角形（直交する２辺の長さ kb）を切り取った六角形である。この六角形断面の z 軸に対する断面２次モーメント I は，$\{b^4(1-k)^3(1+3k)\}/12$ とし，k は $0 < k < 1$ の範囲で可変である。横断面に作用する曲げモーメント M は図３に示す方向を正とする。はりの変形は，はりの長さに比べて十分に小さいとして，次の(1)～(4)の問いについて答えよ。

(1) 支点 C，D の反力 R_C，R_D の大きさを求めよ。

(2) x 軸に対する曲げモーメント図を描け。

(3) はりに生じる曲げモーメントの大きさの最大値 $|M_{max}|$ を最小とする a を求めよ。

(4) はりに生じる曲げ応力の大きさの最大値 $|\sigma_{max}|$ を最小とする k を求めよ。

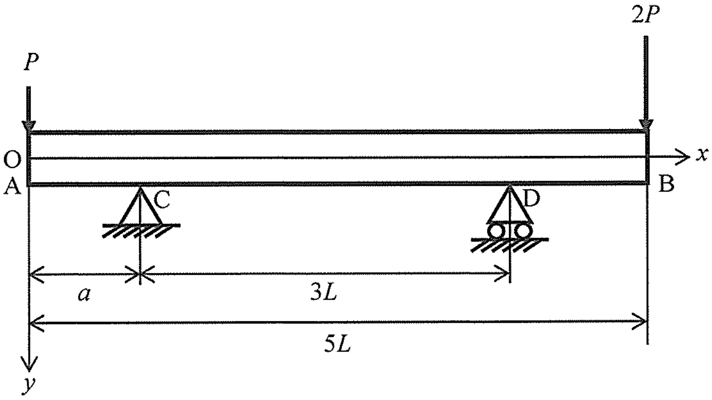

図１

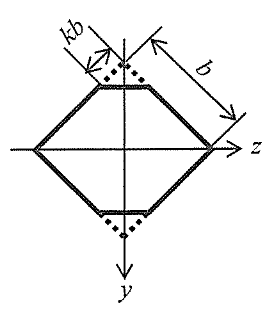

図２

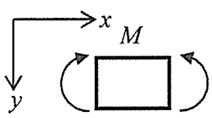

図３

２０２５年度（令和７年度）　編入学者・転入学者選抜学力検査［問題］

ー 専 門 試 験 ー

電気・機械工学科（機械工学分野）

熱力学

問題３　設問すべてについて解答すること。

Ⅰ　単原子気体分子よりなる理想気体を考える。気体分子 N 個が，一辺 L [m]の立方体容器に圧力 p [Pa]，温度 T [K]で閉じ込められ，速さ V [m/s]で等方的にランダムな並進運動をしている。容器の壁と気体分子は完全弾性衝突を行うとし，気体分子同士の相互作用は無視する。また，気体分子１個の質量を m [kg]，ボルツマン定数を k [J/K]，気体定数を R [J/(kg・K)]とする。

(1) N を m, R, L, p, T を用いて示しなさい。

(2) 気体分子の二乗平均速さを $\langle V^2\rangle$ とするとき，p を m, N, L, $\langle V^2\rangle$ を用いて示しなさい。

(3) $\langle V^2\rangle$ を m, k, T を用いて示しなさい。

(4) 気体分子運動論に従えば，温度 T において，$V \sim V + dV$ の速さを持つ気体分子の存在確率 $P(V)$ は，マクスウェルの速度分布関数 $f(V)$ を用いて次式で表すことができる。なお，a は m と T の関数である。

$$P(V) = 4\pi V^2 f(V) dV$$

$$f(V) = \left(\frac{a}{\pi}\right)^{\frac{3}{2}} \exp(-aV^2)$$

従って，$\langle V^2\rangle$ および平均速さ $\langle V\rangle$ は，V を積分変数として，次のとおりに計算できる。

$$\langle V^2\rangle = 4\pi \int_0^\infty V^4 f(V) dV = 4\pi \left(\frac{a}{\pi}\right)^{\frac{3}{2}} \int_0^\infty V^4 \exp(-aV^2) dV$$

$$\langle V\rangle = 4\pi \int_0^\infty V^3 f(V) dV = 4\pi \left(\frac{a}{\pi}\right)^{\frac{3}{2}} \int_0^\infty V^3 \exp(-aV^2) dV$$

a および $\langle V\rangle$ を m, k, T を用いて示しなさい。ただし，導出過程も明記すること。また，導出の際，以下の公式を用いて良い。なお，c は定数である。

$$\int_0^\infty x^4 \exp(-cx^2) dx = \frac{3}{8}\left(\frac{\pi}{c^5}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\lim_{x\to\infty} x\exp(-x) = 0$$

(5) 単原子気体の比内部エネルギーu [J/kg]，定積比熱 c_v [J/(kg・K)]，定圧比熱 c_p [J/(kg・K)]を R，T から必要なものを用いて示しなさい。

(6) 基準状態の圧力および温度を p_0 [Pa]および T_0 [K]とし，p_0 および T_0 における単原子気体の比エントロピーを s_0 [J/(kg・K)]とする。圧力 p_1 [Pa]および温度 T_1 [K]における単原子気体の比エントロピーを s_1 [J/(kg・K)]とするとき，比エントロピー変化 $s_1 - s_0$ [J/(kg・K)]を R，p_0，p_1，T_0，T_1 を用いて示しなさい。

II　エクセルギーについて，気体定数 R [J/(kg・K)]の単原子気体を作動流体とする閉じた系に対して考える。エクセルギーは，周囲環境と温度や圧力が異なる系が，環境と同じ温度や圧力に達するまでに取り出し得る最大仕事である。作動流体の比エクセルギーを e [J/kg]，比内部エネルギーを u [J/kg]，比エントロピーを s [J/(kg・K)]，圧力を p [Pa]，比体積を v [m^3/kg]，温度を T [K]，で表す。また，環境圧力を p_0 [Pa]，環境温度を T_0 [K]として，一定とする。

(1) 下記の e に関する式の導出において，$\boxed{ア}$，$\boxed{イ}$，$\boxed{ウ}$に入る記号を答えなさい。
単位質量あたりの熱の出入りを q [J/kg]，単位質量あたりの正味仕事を l_{net} [J/kg]とすると，熱力学の第 1 法則より，次式①が得られる。

$\delta q = du + \delta l_{\mathrm{net}} + \boxed{ア}\ d\ \boxed{イ}$　・・・①

また，熱力学の第 2 法則より，次式②が得られる。

$ds - \delta q/\boxed{ウ} \geqq 0$　・・・②

式①および②より，次式③が得られる。

$\delta l_{\mathrm{net}} \leqq -du - \boxed{ア}\ d\ \boxed{イ} + \boxed{ウ}\ ds$　・・・③

エクセルギーは，取り出し得る最大仕事であるから，式③の不等号を等号にすることで，次の e に関する式が得られる。

$de = -du - \boxed{ア}\ d\ \boxed{イ} + \boxed{ウ}\ ds$

(2) 圧力が $8p_0$，温度が $2T_0$ の状態を状態 1 とする。状態 1 における比エクセルギーe_1 [J/kg]を，R，T_0 を用いて示しなさい。

２０２５年度（令和７年度）　編入学者・転入学者選抜学力検査［問題］

－　専　門　試　験　－

電気・機械工学科（機械工学分野）

流体力学

問題４　設問すべてについて解答すること。

図 1 に示す通り，断面積が流れ方向に変化する管路内を密度ρの流体が鉛直下向き（$-z$ 方向）に流れている。断面①（断面積 S_1）と断面②（断面積 S_2）では，断面内の流速および圧力はそれぞれ V_1 と V_2 および p_1 と p_2 で一定である。管路が急拡大する断面③（断面積 S_3）では，断面内の圧力は p_3 で一定であり，中央の開口部分（断面積 S_2 ）のみ V_2 と等しい流速を持つ。断面④（断面積 $S_4=S_3$）では断面内の流速と圧力は V_4，p_4 で一定である。

管路内を流れる体積流量を Q として，次の(1)～(4)の問いすべてについて解答せよ。ただし，摩擦力の影響は無視できるものとする。また，重力加速度を g として，各断面の高さ（z 座標）はそれぞれ，z_1，z_2，z_3，z_4 とする。

(1) 断面①，②，④における流速 V_1，V_2，V_4 を Q，S_1，S_2，S_4 を用いてそれぞれ表せ。

(2) 断面①と②の圧力差 p_1-p_2 ならびに断面①と③の圧力差 p_1-p_3 を求め，Q，S_1，S_2，z_1，z_2，z_3，ならびにρ，g の中から必要な記号を用いて表せ。ただし，断面①～③の区間では，単位質量あたりの流体が持つ力学的エネルギーの総和は保存されるものとする。

(3) 断面③と④ならびに管内壁を検査面として運動量の法則を適用することにより，断面④と断面③の圧力差 p_4-p_3 を求め，$V_2(=V_3)$，V_4，　z_3，z_4，ρ，g を用いて表せ。

(4) 流体が断面③から断面④へ流れる間に，流体の力学的エネルギーの総和が低下する。質量 1kg の流体に生じるエネルギー低下量（エネルギー損失）ΔE を下式で定義し，その大きさを求めて V_2，V_4 を用いて表せ。

$$\Delta E \equiv \left(\frac{{V_2}^2}{2}+\frac{p_3}{\rho}+gz_3\right)-\left(\frac{{V_4}^2}{2}+\frac{p_4}{\rho}+gz_4\right) \quad \text{[J/kg]}$$

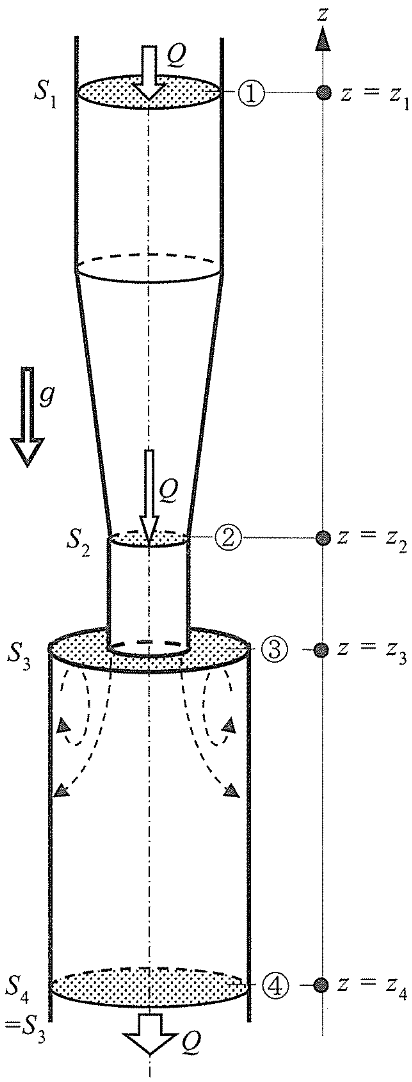

図 1