

2011年度立命館大学大学院理工学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

機 械 シ ス テ ム 型

【注意事項】

1. 解答は問題番号1、2、3・・・ごとに解答用紙1枚を使用すること。
2. 解答用紙には専攻名、課程、受験番号、氏名、問題番号を解答用紙すべてに記入すること。
3. 無記名答案は無効、問題用紙および解答用紙は持ち帰らないこと。
4. 解答用紙はホッチキス止めしてあるので、はずさないこと。
5. 専門科目の選択方法
問題用紙が事前に届け出ている型の問題であるか確認し、以下のような専門科目の選択方式に従って解答してください。

機械システム型：①線形代数 ②解析学 ③力学の3問必答、
および以下の7問から2問選択。
④材料力学
⑤熱力学
⑥流体力学
⑦計測・電気電子回路
⑧制御工学
⑨生産加工学
⑩ロボット機構学

6. 専門科目試験時間

- 数学型・物理型 13:00～15:00(120分)試験時間中の途中退室は認めない。
数学型・物理型以外 13:00～16:00(180分)試験時間中の途中退室は認めない。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目]機械システム型

1.線形代数、2解析学、3力学は必ず解答し、4~10の中から2問選択して解答すること。

1.線形代数

(1)行列 $\begin{pmatrix} a & -1 & -1 \\ -1 & a & -1 \\ -1 & -1 & a \end{pmatrix}$ の階数が2となるための、実数 a の条件を求めよ.

(2)平面上の異なる3直線 $a_i x + b_i y + c_i = 0$ ($i=1,2,3$) が1点で交わっているものとする. このとき行列

$A = \begin{pmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{pmatrix}$ としたとき, ①上記の条件を行列 A を使って表し, ②行列式 $|A|$ は0となることを示せ.

2.解析学

関数 $G(x)$ を次式で定義する.

$$G(x) = \int_0^{\infty} t^{x-1} e^{-t} dt$$

以下の問いに答えよ.

(1) 関数 $G(x)$ の定義式を用いて $G(1) = 1$, $G(2) = 1$, $G(3) = 2$ を示せ.

(2) $x \geq 1$ に対して

$$G(x+1) = x G(x)$$

が成り立つことを示せ.

(3) 自然数 n に対して

$$G(n) = (n-1)!$$

が成り立つことを示せ.

(4)

$$G\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$$

を示せ. ここで

$$\int_0^{\infty} e^{-x^2} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$$

を用いてよい.

(5) $G(3/2)$ の値を求めよ.

3.力学

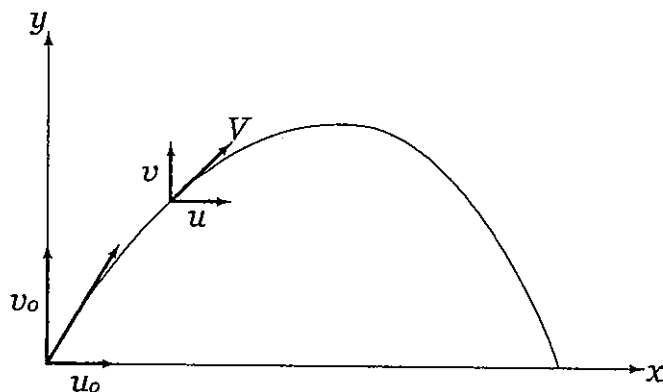
地面に置かれていた質量 m のボールが、地面に対してある角度で飛び出した。空中におけるボールの速度 V の水平方向 (x 方向) 成分を u 、垂直方向 (y 方向) 成分を v とするとき、以下の問いに答えよ。時刻 $t=0$ におけるボールの位置を $x=y=0$ 、初速度の x 成分、 y 成分はそれぞれ u_0 、 v_0 、重力加速度を g とする。ただし、ボールに回転はなく、またボールの大きさや風の影響を無視できるものとする。

(1) k を定数とすると、空気抵抗は速度に比例する大きさ (mkV) でボールに影響する。このときのボールの位置を t の関数で表せ。

(2) ボールが地面に落ちたとき ($y=0$) の、時間とボールの x 方向の到達位置を答えよ。途中の計算では、以下の式を用いてもよい。

$$e^a = 1 + a + \frac{a^2}{2}$$

(3) ボールに加わる空気抵抗が速度の2乗に比例する (mkV^2) ときの、ボールの運動方程式を解けよ。

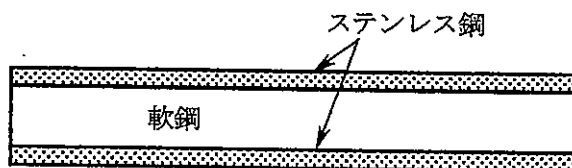


[専門科目]機械システム型

4.材料力学

図のように、厚さ h_A 、幅 b の軟鋼板の両面に、厚さ h_B 、幅 b のステンレス鋼板をはり合わせた長さ l の棒がある。温度 t_1 で内部に応力は存在しないものとする。軟鋼とステンレス鋼の線膨張係数を α_A 、 α_B ($\alpha_A < \alpha_B$) とし、縦弾性係数を E_A 、 E_B とする。なお、軟鋼とステンレス鋼の界面ですべりやはく離は無く、幅方向における熱応力の影響は無視する。

- (1) 温度が t_1 から t_2 に低下したときに、軟鋼とステンレス鋼に生じる応力 σ_A 、 σ_B を求めよ。
- (2) 温度 t_2 において、棒に引張力 P を加えたときに、軟鋼とステンレス鋼に生じる応力 σ_{PA} 、 σ_{PB} を求めよ。また、このとき棒に生じる伸び λ_P を求めよ。



[専門科目]機械システム型

5. 熱力学

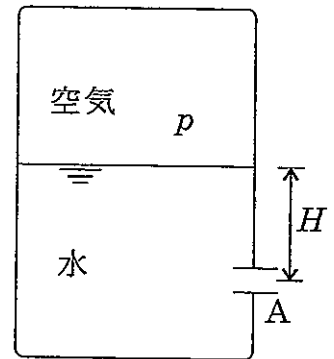
比熱比 $\kappa = 1.4$ ，ガス定数 $R = 0.28 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ である理想気体について以下の問いに答えよ。

- (1) この気体の定容比熱はいくらか。
- (2) この気体をポリトロープ変化により膨張させたところ，加えた熱量に対し2倍の有効仕事を行った。この変化におけるポリトロープ指数を求めよ。
- (3) 上述のポリトロープ変化により温度が 300 K 低下した。加えた熱量はいくらか。

6.流体力学

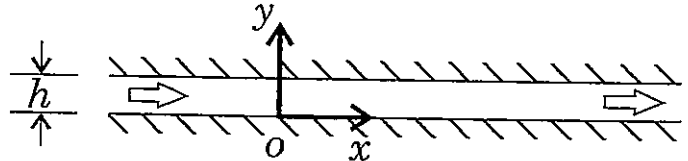
問1 「流線 (stream line)」、「流跡線 (path line)」、「流脈線 (streak line)」について説明せよ。

問2 密閉容器内に水と空気が入っている。図に示す様、この容器の側面の位置 A に小さな穴を開けたところ、水が一定量流出した後、水面と A の高さの差が H となった時に流出が止まった。この時、容器内の空気の圧力 p はいくらか。なお、大気圧は p_{atm} 、水の密度は ρ 、重力加速度は g とする。穴の位置は水面より下にあるものとする。



問3 固定された無限に長い平行平板間に一定の圧力勾配 $-\frac{dp}{dx}$ を与えると流れが生じる（ポアズイユ流れ）。この流れについて、以下の問いに答えよ。なお平板間の距離は h とする。座標系は図示の通りにとる事。

(1) 現象が2次元で、流れが十分発達したとして、ナビエ・ストークスの式を簡略化して示せ。なお、外力と重力は無視せよ。



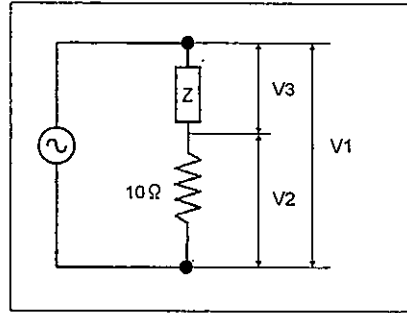
(2) 上問 (1) の式を積分し、流れの x 方向速度 u の y 方向分布 $u(y)$ を求めよ。

[専門科目]機械システム型

7.計測・電気電子回路

1. 図に示す回路において、Zは誘導性インピーダンスである。電圧計V1, V2, V3は44V, 20V, 32Vを示した。インピーダンスZ（複素数）に関する以下の項目を求めよ。有効数字は2桁とする。

- 1) 回路を流れる電流
- 2) Zの抵抗成分
- 3) Zのリアクタンス成分
- 4) Zの複素数表示



2. ある電圧の瞬時値が

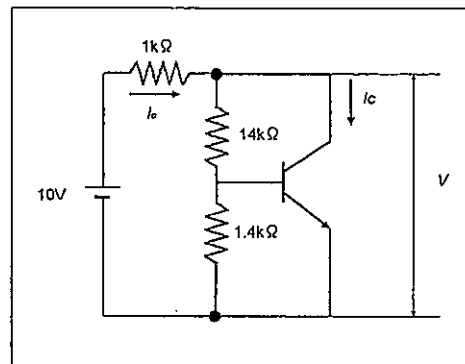
$$v = 10 \sin(1000\pi t + \frac{\pi}{4}) \quad [\text{V}]$$

で与えられている。ただし、tの単位は秒である。つぎの項目を求めよ。なお、単位も正しく記入されていることで正解とする。

- 1) 実効値、2) 周波数、3) 位相角、4) 複素数フェーザ表示

3. 図に示す回路について以下の項目を求めよ。なお、電流が流れているときのトランジスタベースエミッタ間電圧を0.7Vとする。

- 1) 1.4kΩの抵抗を流れる電流
- 2) 電圧V
- 3) 回路を流れる電流I_o
- 4) 電流I_c



立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目] 機械システム型

8. 制御工学

[専門科目]機械システム型

9.生産加工学

図は鋳造法の1つの概念図を示している。次の問いに答えなさい。

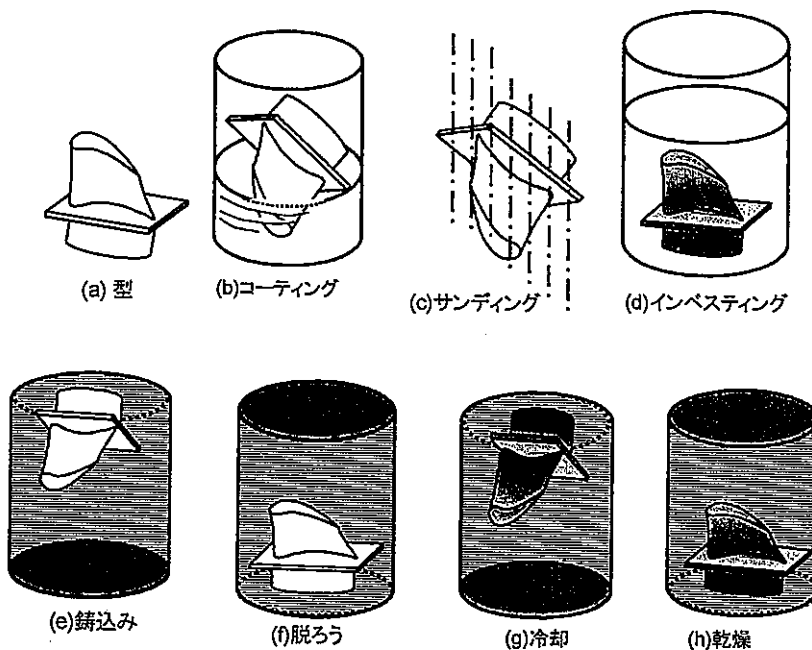
(1) 以下の空欄に適切な文字や記号を入れなさい。

この鋳造法は（ ）鋳造法の一つで、（ ）法と呼ばれている。
下図には、鋳造のプロセスとしてはじめの(a)(b)(c)(d)が与えられている。これに続くプロセスを完成させるために(e)~(h)の順番を並び替えると（ ）となる。

(2) 図の(a)に示すような型と、型を製作するために用いるマスター金型に使用する材料の例を、それぞれあげなさい。

(3) 図の(c)のプロセスで使用する材料の例をあげなさい。

(4) この鋳造法の特徴を、次の言葉をキーワードを使用して記述しなさい。
(寸法精度)、(表面粗さ)、(鋳造の対象とする材料)



立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目]機械システム型

10. ロボット機構学

次の手順に従い、鉛直平面（XY 平面）内を運動するマニピュレータの運動学と静力学について解答せよ。

- 1) 2つのリンクと2つの回転関節を有する2自由度（シリアル）マニピュレータの模式図を描け。ただし、各関節は各リンクの根元にあり、第1リンクの根元をXY平面の原点にとるものとする。また、第1関節の角度はX軸から反時計方向にみた第1リンクの角度であり、第2関節の角度は第1リンクから反時計方向に見た第2リンクの角度であると定義する。変数や定数も忘れずに記入すること。
- 2) マニピュレータの運動学における「順運動学」と「ヤコビ行列」とは何か？それぞれ言葉で説明せよ。また、1) で定義したマニピュレータに関して、それぞれを式で示せ。
- 3) 1) で定義したマニピュレータの手先（第2リンクの先端）に錘を載せて保持する場合に必要な各関節トルクを式で表せ。また、その数値例として、リンクの長さや角度に適切な数値を定めた場合のトルクの値を1つ示せ。ただし、リンクは完全剛体であり、マニピュレータの質量は無視できるほど小さいものとし、関節に摩擦はないものとする。