

平成 1 4 年度  
京都大学工学部物理工学科高専編入学試験問題冊子

物理工学基礎

力 学

電磁気学

材料力学

熱 力 学

流体力学

(注意)

1. 問題は全部で 5 問ある。
2. この問題冊子は表紙を含めて 6 枚ある。

## 物理工学基礎・力学

問1 半径  $r$  , 高さ  $h$  , 質量  $w$  の均質な直円柱がその軸のまわりに一定角速度  $\omega_0$  で回転している . このとき次の問に答えよ .

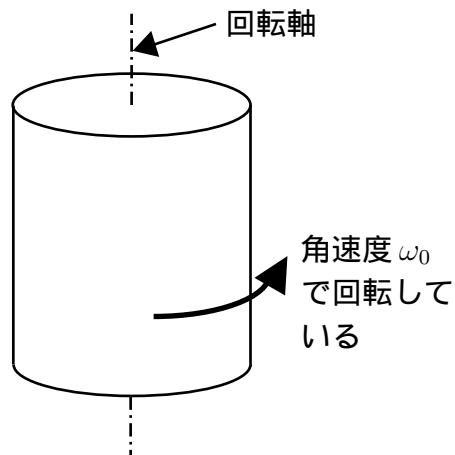


図 1 回転する円柱

- (1) この円柱の回転軸まわりの慣性モーメント  $I$  を求めよ .
- (2) この円柱の運動エネルギー  $T$  を求めよ .
- (3) この円柱の運動方程式を求めよ .
- (4) この円柱の側面に一定の摩擦力  $F$  を作用させたとき , この円柱に加えられるモーメントを求めよ .
- (5) (4) のとき , この円柱が静止するまでに要する時間を求めよ .

## 物理工学基礎・電磁気学

真空中に半径  $R$  の球  $S$  がある。球の中心からの距離を  $r$  して、次の設問に答えよ。ただし、球の中心  $O$  の無限遠方における電位を接地電位とし、真空の誘電率を  $\varepsilon_0$  とする。

問 1. 球  $S$  の表面上に全部で  $Q$  の電荷が一様に帯電している。

- 1) 電場分布  $E_s(r)$  を求めよ。
- 2) 電位分布  $V_s(r)$  を求めよ。
- 3) 球  $S$  の表面における電位を  $V_0$  ( $V_0 > 0$ ) とし、電位分布  $V_s(r)$  を図示せよ。

問 2. 球  $S$  の内部に全部で  $Q$  の電荷が一様に分布している。

- 1) 電場分布  $E_i(r)$  を求めよ。
- 2) 電位分布  $V_i(r)$  を求めよ。
- 3) 球  $S$  の表面における電位を  $V_0$  ( $V_0 > 0$ ) とし、電位分布  $V_i(r)$  を図示せよ。

問 3. 正の電荷  $+Ze$  をもつ原子核  $N$  と、それを中心とする半径  $R$  の球の内部に全部で  $-Ze$  の負電荷が一様に分布する電子雲からなる原子がある。いま、この原子の無限遠方において  $8 \times 10^6$  電子ボルトの運動エネルギーをもつ  $\alpha$  粒子 (質量  $4m_p$ 、電荷  $+2e$ ) が、原子核  $N$  に向かって飛び込んできた場合、 $\alpha$  粒子はどこまで原子核  $N$  に近づきうるか求めよ。ただし、 $Z = 50$ 、 $R = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$  とし、原子核  $N$  の半径は  $R$  に比べて無視できる程度に小さいものとする。また、 $\alpha$  粒子との衝突の前後で、原子核  $N$  ならびに電子雲の変位は無視できるものとする。

$$m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}, \quad e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}, \quad \varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

# 物理工学基礎・材料力学

- 図 1 に示すように、長さ  $L$ 、直径  $d$  の丸軸の両端を固定して、C 点にトルク  $T$  を作用させてねじるとき、C 点でのねじれ角  $\varphi$  を求めよ。ただし横弾性係数を  $G$  とする。
- 図 2 に示すように、スパン  $L$  の両端支持ばり AB が左の支点 A にモーメント  $M_A$ 、右の支点 B にモーメント  $M_B$  ( $\geq M_A$ ) を受ける場合、以下の問に答えよ。ただし、断面 2 次モーメント  $I$  を一定とし、縦弾性係数を  $E$  とする。
  - 支点 A, B における反力  $R_A, R_B$  を求め、せん断力図 (SFD) を描け。
  - 曲げモーメント図 (BMD) を描け。
  - たわみ曲線を求めよ。
  - $M_A = M_B$  のとき、たわみの最大値を求めよ。

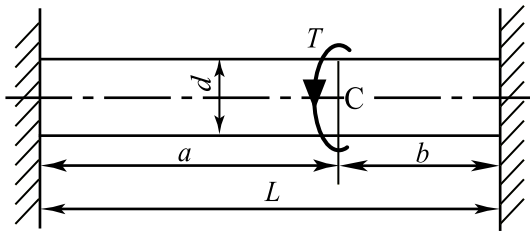


図 1

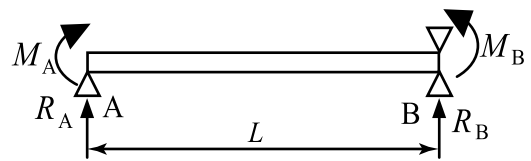


図 2

## 物理工学基礎・熱力学

温度  $20^\circ\text{C}$  の He ガスが、容積  $50\text{ l}$  のガスボンベに収納されている。ボンベ内のガス圧は  $20\text{ atm}$  である。このガスボンベのバルブが開けられ、He ガスが大気中 (圧力  $1\text{ atm}$ ) に流出する場合を考える。ただし、He ガスは理想気体であると仮定し、気体定数を  $R = 0.082\text{ atm}\cdot\text{l}/\text{K}\cdot\text{mol} = 8.3\text{ J}/\text{K}\cdot\text{mol}$ 、単原子理想気体の定圧熱容量  $C_p = 5R/2$ 、定積熱容量  $C_v = 3R/2$  とする。

- ( 1 ) 最初ガスボンベ内にある He ガスの量をモル数で示せ。
- ( 2 ) 最初に大気中に流出した He ガスの温度は何 ？
- ( 3 ) He ガスの流出にともなって、ガスボンベ内のガス圧が低下する。ボンベ内の圧力が  $5\text{ atm}$  になった時に、流出する He ガスの温度は何 になるか？

## 物理工学基礎・流体力学

1. 図に示す座標系について、点  $(x, y)$  に静止した辺長  $dx$ 、 $dy$  の微小部分 ABCD をとる。非圧縮性流体の二次元流と仮定して単位深さ当りについて考える。AB を通る流体の  $x$  方向の流速を  $u$  とすると、CD を通る流体の流速は  $u + (\partial u / \partial x) dx$  である。また AD を通る流体の  $y$  方向の流速を  $v$  とする。

- 1) 時間  $dt$  の間に AB を通って流入する流体の体積を示せ。
- 2) 時間  $dt$  の間に CD を通って流出する流体の体積を示せ。
- 3) 流量連続の式を誘導せよ。

2. 次に流体の密度  $\rho$  が変化する場合と考える。

- 1) 時間  $dt$  の間に AB を通って流入する流体の質量を示せ。
- 2) 時間  $dt$  の間に CD を通って流出する流体の質量を示せ。
- 3) 時間  $dt$  の間における ABCD 内の流体の質量変化を示せ。
- 4) 圧縮性流体に対する連続の式 (質量連続の式) を誘導せよ。

