

物理 1 期末テスト (2006 年度)

教科書持ち込み不可．ノートのみ持ち込み可．裏も使って良いから，全解答を解答用紙 1 枚に収めよ．

次の 6 問の中から 3 問を選択して解答せよ．

問題 1. 粘性抵抗を受けて落下する物体の落下速度 v は，運動方程式 $mdv/dt = mg - av$ にしたがう．ただしここで， m は物体の質量， g は重力加速度， a は正の定数である．時刻 $t = 0$ での物体の初速度を零 ($v(0) = 0$) とする．以下の設問に答えよ．

- (1) 終端速度 v_∞ を求めよ．
- (2) 運動方程式を解いて $v(t)$ を求めよ．
- (3) 上で求めた $v(t)$ を， t の関数としてグラフに描け．

問題 2. 原点を定めて，質量 m の質点の位置ベクトルを $\vec{r} = (x, y, z)$ ，速度を $\vec{v} = (v_x, v_y, v_z)$ ，運動量を $\vec{p} = (p_x, p_y, p_z) = (mv_x, mv_y, mv_z)$ とする．このとき，原点のまわりの角運動量はベクトルの外積を用いて $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ で与えられる．

- (1) 角運動量 \vec{L} の x 成分 L_x ， y 成分 L_y ， z 成分 L_z をそれぞれ $x, y, z, v_x, v_y, v_z, m$ を用いて表しなさい．
- (2) 力のモーメント $\vec{N} = \vec{r} \times \vec{F}$ が質点に働くと，角運動量は $\frac{d}{dt}\vec{L} = \vec{N}$ に従って時間変化することを，ニュートンの運動方程式から導きなさい．
- (3) 力 \vec{F} が中心力である場合には，角運動量 \vec{L} は一定であることを証明しなさい．

問題 3. 流体力学のベルヌーイの法則について，以下の設問に答えよ．

- (1) ベルヌーイの法則とは何か．
- (2) ベルヌーイの法則はどういう場合に成立するのか．
- (3) 翼に働く揚力について説明せよ．

問題 4. 半径 a [m]，高さ L [m] の円柱の，中心軸のまわりの慣性モーメントを求めよ．ただし，質量分布は一様であり密度 ρ [kg/m³] であるとする．答えには単位をつけよ．

問題 5. 長さ L [m]，線密度 ρ [kg/m] の弦が x 軸に沿って張力 S [N] で張ってある．この弦の時刻 t ，位置 x での変位を $y(x, t)$ とすると，これは波動方程式 $\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{\rho}{S} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$ を満たす．

- (1) A と a を定数とする．関数 $g(x, t) = A \sin a(x - vt)$ は， $v = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ のときに，波動方程式を満たすことを示しなさい．
- (2) 上の式で与えられた v は波の伝播速度を表すことを，図を用いて説明しなさい．
- (3) A と a はどのように定められるか，それぞれ説明しなさい．

問題 6. 理想気体において，定積モル比熱 c_V と定圧モル比熱 c_p との間に成り立つ関係式 (マイヤーの関係式) を導きなさい．