

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 I. 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 $m dv/dt = mg - av$. 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 $v_0 > 0$ とする．以下の設問に答えよ．

- (1) 終端速度 v_∞ を求めよ．
- (2) $v_0 > v_\infty$ の場合に，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 II. 惑星の運動に関するケプラーの第 2 法則について，以下の設問に答えよ．

- (1) ケプラーの第 2 法則とは何か．
- (2) ケプラーの第 2 法則と角運動量保存則との関係を答えよ．
- (3) ケプラーの第 2 法則が成り立つ理由を説明せよ．

問題 III. 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 IV. 半径 a , 高さ L 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，質量分布は一様とせよ．

問題 V. 長さ L , 線密度 ρ の弦が x 軸に沿って張力 S で張ってある．この弦を伝わる波の速さは $v = \sqrt{S/\rho}$ であることを説明せよ．

問題 VI. 実在気体に対する van der Waals の状態方程式 $\left(P + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$ を考える．ここで， P, V, T, n, R はそれぞれ圧力，体積，絶対温度，モル数，気体定数である．また， a, b は気体の種類ごとに決まる定数である． $P_c = \frac{a}{27b^2}$, $V_c = 3bn$, $T_c = \frac{8a}{27Rb}$ とする．変数変換 $p = \frac{P}{P_c}$, $v = \frac{V}{V_c}$, $t = \frac{T}{T_c}$ を行って， (p, v, t) についての状態方程式を導け．