

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 10 問の中から 4 問を選択して解答せよ．

問題 1. 等速円運動では，加速度ベクトルは常に円の中心を向いていて，その大きさは一定であることを示しなさい．

問題 2. 2 体問題を考える．2 つの質点の運動方程式が

$$m_1 \frac{d^2 \vec{r}_1}{dt^2} = \vec{F}_{12}, \quad m_2 \frac{d^2 \vec{r}_2}{dt^2} = \vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$$

で与えられているとき，重心座標と相対座標の満たすべき運動方程式を，それぞれ導きなさい．

問題 3. 地球の半径は約  $6.4 \times 10^6$  m である．重力加速度を  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> として，地球の質量を求めよ．ただし，万有引力定数は  $G = 6.7 \times 10^{-11}$  N · m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> とする．

問題 4. 角運動量とはどのようなベクトル量が説明しなさい．また，それが保存されるのはどのような場合か答えなさい．

問題 5. ケプラーの第 2 法則と角運動量保存則との関係について，数式を用いて説明せよ．

問題 6. 半径  $a$ ，高さ  $h$  の剛体円柱を考える．この円柱の中心軸のまわりの慣性モーメントを求めなさい．ただし，円柱の材質は均一であり総質量は  $M$  であるとする．

問題 7. 流体力学のベルヌーイの法則の応用例を一つ述べなさい．

問題 8.  $z$  軸を渦糸とする，渦のある流れの速度場

$$\vec{v}(x, y, z) = \frac{\kappa}{2\pi r^2}(-y, x, 0)$$

を考える．ここで  $\kappa$  は定数であり， $r = \sqrt{x^2 + y^2}$  である．渦糸を中心とする半径  $r$  の円の上で，流線に沿った向きに積分路を選び，線積分

$$\oint \vec{v}(\vec{r}) \cdot \vec{t}(\vec{r}) ds$$

を計算せよ．ここで  $\vec{t}(\vec{r})$  は，積分路上の位置  $\vec{r}$  での接線単位ベクトルである．

問題 9. 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．

問題 10. エントロピー増大の法則とは何か説明しなさい．