

## — 物理学 AI:試験問題 — 2009. 6.25 (8:40—9:55) 初貝

(必要な記号等は授業で用いた慣用にしたがって適宜解釈せよ。自筆のノートのみ持ち込み可とするが記述は完全に論理的に整合的な場合のみ点を与える。)

## I. 質点の力学に関する以下の問いに答えよ。

- I.1 質点の力学の意義を普遍性と多様性の観点から記述せよ。
- I.2 座標変換の意義を説明し、ベクトルとスカラーについて説明せよ。
- I.3 質点に関するニュートンの運動方程式を書き下し、座標変換の下での変換性に留意してその意義を述べよ。
- I.4 日常生活での鳥の羽とボールの自由落下運動をとりあげ、ガリレオ・ガリレイによる自由落下の法則についてその意義を含めて説明せよ。

II. 3次元の質点の運動について考えよう。ただし、質量  $m$ , 時刻  $t$  において質点に働く力を  $F(t)$  この時刻の質点の位置ベクトルを  $r(t)$  とせよ。

- II.1 単位時間あたりの運動エネルギー変化と力が質点にする仕事率の関係を導け。
- II.2 摩擦力が保存力でないことを説明せよ。
- II.3 保存力に対する力学的エネルギー保存則を導け。
- II.4  $\omega$  を定数として、ポテンシャル  $V(r) = \frac{1}{2}m\omega^2 r^2$  による運動について記述せよ。

III. 重力ポテンシャル  $V(r) = \frac{k}{|r|}$  ( $k < 0$  は定数) による運動を考えよう。

- III.1 この質点に働く力が、中心力であることを示せ。
- III.2 角運動量  $L$  の定義を述べ、中心力による運動においては質点の運動がある平面内に限られることを示せ。(ヒント:  $L$  は運動の定数であることを示せ)
- III.3 [III-2] の平面内の極座標  $(r, \theta)$  をもちいて質点の位置を指定しよう。なお、この極座標において  $r, \theta$  がそれぞれ増加する方向への加速度  $a_r, a_\theta$  は  $a_r = \ddot{r} - r\dot{\theta}^2$ ,  $a_\theta = \frac{1}{r} \frac{d}{dt}(r^2\dot{\theta})$  と書ける。  
この極座標を用いて面積速度一定であることを示せ。
- III.5 ある場所での質点の運動エネルギーを  $K_0$  としたとき、 $K_0$  の値によって質点の大局的な運動が質的に異なる。この質的差異について理由をつけて述べよ。