

# 基礎物理学Ⅰ 試験問題

火：3、4限、工学部建設工学科 (2003.7.29)

注意：

- 問題1は全員が解答せよ。問題2又は3はどちらかを選択して解答せよ。ただし、それ以上解答した場合は適宜加点する。
- 問題1は1枚目の解答用紙、問題2又は3は2枚目の解答用紙に解答せよ。
- 解答用紙の裏を使うときは表にその旨を明記すること。
- 集計上の混乱を防ぐため白紙でも氏名等を記入し2枚とも提出すること。

## 1. 次の問に答えよ

- (a) 質点の位置ベクトル  $r$  が時間  $t$  の関数として  $r = (r_0 \cos(\Omega t), r_0 \sin(\Omega t), v_0 t)$  と与えられるとき、速度ベクトル  $v$ 、加速度ベクトル  $a$  を求めよ。 ( $\Omega, r_0, v_0$  は定数)
- (b) 位置  $r$  におけるポテンシャルが  $U(r) = \frac{1}{2}ar^2$ , ( $a$  は定数、 $r = |r|$ ) で与えられるとき、位置  $r$  での力  $F(r)$  を求めよ。
- (c)  $x$  軸の正の部分 ( $x \geq 0$ ) を運動する質量  $M$  の質点に働く力  $F(x)$  が  $F(x) = ax - bx^3$  で与えられるとき、安定なつりあいの点  $x_0$ 、および  $x_0$  の近傍での微小振動の周期  $T$  を求めよ。ただし、 $a, b$  は正の定数とする。

## 2. 空気中で重力と空気抵抗を受けて運動する質量 $m$ の質点を考える。運動は鉛直方向 ( $z$ 方向とする) のみ考えることにする。空気による抵抗力の大きさは速度に比例し (比例係数 $\eta$ ) 向きは速度の逆向きとする。重力加速度 $g$ は一定とする。また、運動は十分に地上から離れた位置で起きており、地上に衝突することは考えなくてよい。

- (a) 上向きに測った質点の  $z$  座標を  $z$  とし、運動方程式をたてよ。

以下では、質量  $m = 0.5[\text{kg}]$ 、重力加速度  $g = 9.8[\text{m/s}^2]$  とする。

- (b) 空気抵抗のないとき ( $\eta=0$ )、運動方程式を解いて時刻  $t$  における速度  $v$  と座標  $z$  を求めよ。但し、 $t = 0[\text{s}]$  で  $v = 0[\text{m/s}]$ 、 $z = 100[\text{m}]$  とする。
  - (c)  $\eta$  の値が  $0.1[\text{Ns/m}]$  のとき、十分時間がたった後では、一定の速度で落下を続ける。そのときの速度  $v_\infty$  を求めよ。
  - (d)  $\eta$  の値が  $0.1[\text{Ns/m}]$  のとき、(b) と同じ初期条件で運動方程式を解いて時刻  $t[\text{s}]$  における速度  $v[\text{m/s}]$  と座標  $z[\text{m}]$  を求めよ。
  - (e) 時間  $t[\text{s}]$  を横軸にとって、(b) の場合と (d) の場合の速度  $v[\text{m/s}]$  を、それぞれの場合の特徴がわかるように同じ図上におおまかに図示せよ。また、なぜそのような違いが出るかを簡単に言葉で説明せよ。
- ## 3. なめらかで水平な平板上にある質量 $0.2[\text{kg}]$ の質点に糸が結び付けられ、その糸の先は平板にあけられた穴から下にぶら下がっている。はじめ、糸はピンと張っており平板上にある部分の長さは $0.6[\text{m}]$ であり、質点は半径 $0.6[\text{m}]$ 、角速度 $5.0[\text{rad/s}]$ で等速円運動をしているとする。穴の位置を原点とし、原点を通り水平面に垂直な軸を $z$ 軸とする。
- (a) この状態での運動エネルギー  $E_i$  を求めよ。
  - (b) この状態での角運動量の  $z$  成分 ( $z$  軸廻りの角運動量)  $L_{zi}$  を求めよ。
  - (c) この状態から糸をゆっくり引っ張って、水平部分の長さを  $0.3[\text{m}]$  まで縮め、この半径で等速円運動をするようにした。このときの角速度は幾らになったか。
  - (d) 最後の状態での、運動エネルギー  $E_f$  はいくらか。最初の値  $E_i$  と比べて変化したら変化の原因、変化がなければその理由を説明せよ。
  - (e) 最後の状態での、角運動量の  $z$  成分  $L_{zf}$  はいくらか。最初の値  $L_{zi}$  と比べて変化したら変化の原因、変化がなければその理由を説明せよ。