

力学 I 期末試験問題概略 (平成 30 年 7 月 31 日 高嶋 圭史)

1. 次の問いに答えよ.

- 1) ニュートンの 3 つの運動の法則を説明せよ.
- 2) 次の物理量の次元を示せ. ただし, 距離, 質量, 時間の次元をそれぞれ  $[L]$ ,  $[M]$ ,  $[T]$  とする. ①加速度, ②運動量, ③力, ④力積, ⑤仕事.

2. 次の問いに答えよ.

$\alpha$  の加速度で鉛直に上昇する気球がある. 地上より初速度 0 で上昇をはじめてから  $t_0$  秒後に気球から物体を静かに離した. このとき, 物体の初速は, 物体を離した時の気球の速度と同じである. この物体は, 気球から離れてから何秒で地上に達するか. 気球の大きさ及び物体に対する空気の抵抗は無視する.

3. X 軸上を運動する質量  $m$  の質点があり, 復元力  $-m\omega^2x$  と外力  $mF_0\cos\omega t_0$  が働いている.

- 1) 質点の運動方程式を示せ.
- 2) 1)の運動方程式の一般解は, 1)において外力を 0 と置いたときの運動方程式の一般解と, 1)の運動方程式の特別解の和として求めることができる.
  - a) 外力を 0 として復元力のみ働いている場合, 質点は単振動を行う. このとき質点の位置  $x$  を時間  $t$  の関数として表せ.
  - b) 1)の運動方程式の特別解を求めよ.
  - c) 1)の運動方程式の一般解を示せ.

4. 次の問いに答えよ.

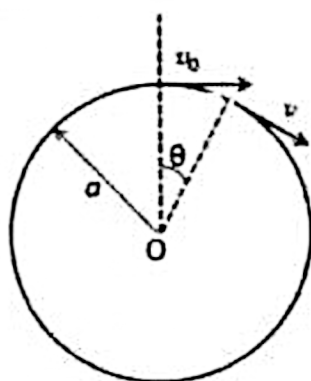
$x$  軸上を運動する質量  $m$  の質点があり, 復元力  $-m\omega^2x$  が働いているとする.

- 1) 質点が位置  $x$  にあるとき, 質点のポテンシャル (位置エネルギー) を表せ. ポテンシャルの基準は原点にとる.
- 2) 質点の運動方程式の両辺に  $x (= \frac{dx}{dt})$  をかけて変形することにより, 質点の力学的エネルギーが保存することを示せ.

5. 次の問いに答えよ.

右図のように半径  $a$  のなめらかな球面上に束縛されている質量  $m$  の質点がある. この質点が球の頂上から初速度  $v_0$  で滑り落ちるとする.

- 1) 図のように質点が鉛直方向から  $\theta$  だけ傾いたときの質点の速さ  $v$  を力学的エネルギー保存則を用いて求めよ.
- 2) 1) において, 質点に働く垂直効力  $N$  を求めよ. ここで, 質点が曲線上を運動する場合の法線方向の運動方程式は, 軌道の曲率半径を  $\rho$ , 法線方向の力の成分を  $F_n$  とすると  $m \frac{v^2}{\rho} = F_n$  となることを用いよ. ただしこの式では,  $F_n$  は曲率の中心を向く方向が正である.
- 3) 質点が球面から離れる時の  $\theta$  の値を求めよ.



6. 水平な台の上に質点が置かれている. この台が周期  $T$ , 振幅  $A$  で上下に振動するとき, 質点が台から離れないための条件を求めよ.

7. 次の問いに答えよ.

- 1) 保存力とはどのような性質の力か. 保存力の例を挙げて説明せよ.
- 2)

以下の 1) および 2) の 2 種類の力について, 保存力であるか, あるいは保存力ではないか示せ. また, 保存力である場合はそのポテンシャル (位置エネルギー) を示せ. ポテンシャルの基準は原点とする.

- 1)  $F_x = F_0 y$ ,  $F_y = 2 F_0 x$ ,  $F_z = 0$  ( $F_0$  は定数)
- 2)  $F_x = F_1 y^2$ ,  $F_y = 2 F_1 x y$ ,  $F_z = 0$  ( $F_1$  は定数)