

# 基礎力学 期末試験

2018年7月27日 担当：佐藤 純

**問題 1** 等速円運動する質量  $m$  の物体を考える。円運動の半径を  $r$ ，角速度を  $\omega$  とする。

- (1-1) 物体の速度の大きさを求めよ。
- (1-2) 物体の加速度の大きさを求めよ。
- (1-3) 物体に働く向心力の大きさを求めよ。
- (1-4) 物体の運動量の大きさを求めよ。
- (1-5) 物体の (円の中心まわりの) 角運動量の大きさを求めよ。

**問題 2** 地上の高い地点から質量  $m$  のボールをそっと放し、ボールを落下させる。その際、ボールは速度に比例する空気抵抗を受けるとし、その比例定数を  $\gamma$  とする。鉛直「下向き」に  $z$  軸を取り、ボールの初期位置を  $z = 0$  とする。

- (2-1) ボールの運動方程式を立てよ。
- (2-2) 運動方程式を解くことにより、時刻  $t$  における物体の速度  $v(t)$  を求めよ。
- (2-3) 横軸を時刻  $t$ ，縦軸を物体の速度  $v(t)$  として、グラフを描け。

**問題 3** 片端を固定されたバネに付けられた質量  $m$  のおもりの運動方程式は、バネ定数を  $k$  として  $m\ddot{x} = -kx$  で与えられる。

- (3-1) 指数関数型の解  $x(t) = e^{\lambda t}$  を仮定し、 $\lambda$  を決定せよ。
- (3-2) 運動方程式の一般解を求めよ。
- (3-3) 時刻  $t = 0$  に、バネを  $a$  だけ伸ばして ( $x = a$ )，おもりを静かに放した。時刻  $t$  におけるおもりの位置  $x(t)$  を求めよ。

**問題 4**  $x$  軸上を一次元運動する物体を考える。物体は場所  $x$  で外力  $F(x) = -2x - 4x^3$  を受けるとする。

- (4-1) 物体が  $x = 1$  から  $x = 2$  まで移動したとき、外力がした仕事を求めよ。
- (4-2) 物体を  $x = 1$  から  $x = 2$  まで (外力に逆らって人間が) 運ぶのに必要な仕事を求めよ。
- (4-3)  $x = 0$  を基準点として、ポテンシャル  $U(x)$  を求めよ。

**問題 5** 質量  $m_1$  の質点 1 が位置  $\vec{r}_1$  に、質量  $m_2$  の質点 2 が位置  $\vec{r}_2$  にある。質点 1 は質点 2 から力  $\vec{f}$  を受けるとする。作用反作用の法則により、質点 2 は質点 1 から力  $-\vec{f}$  を受ける。外力はないとする。

- (5-1) 質点 1, 2 の運動方程式を書け。
- (5-2) 重心の位置  $\vec{R}_G$  を求めよ。
- (5-3) 重心座標  $\vec{R}_G$  の運動方程式を書け。
- (5-4) 相対座標  $\vec{r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$  の運動方程式を書け。

**問題 6** 重心を通る固定軸のまわりに一定の角速度  $\omega$  で回転する剛体を考える。剛体の重心を原点とし、固定軸を  $z$  軸とする。剛体の  $z$  軸まわりの慣性モーメントを  $I$  とする。

- (6-1) 剛体の原点まわりの角運動量の  $z$  成分を求めよ。
- (6-2) 剛体の運動エネルギーを求めよ。