

1. 平面運動する質点の  $x$ ,  $y$  の座標が

$$x = a \cos \omega t, \quad y = b \sin \omega t$$

(  $a, b, \omega$  ) と書けるとして、以下の問に答えよ。

- (i) 質点の速度、加速度を求めよ。
- (ii) 位置ベクトル  $\mathbf{r}$ 、加速度  $\mathbf{a}$  に対し、 $\mathbf{a} = -\omega^2 \mathbf{r}$  が成立することを示せ。

2. 二次元の極座標( $r, \theta$ )を用いて直角座標系( $x, y$ )における質点の速度( $v_x, v_y$ )と加速度( $a_x, a_y$ )の各成分を表せ。

3.  $xy$  面上, 質量  $M_A$  の質点が( $a, 0$ )に, 質量  $M_B$  の質点が( $-a, 0$ )に, また質量  $M_C$  の質点が( $0, b$ )に置かれている。

- (i) A が C に及ぼす万有引力  $F_A$ , B が C に及ぼす万有引力  $F_B$ , を計算せよ。
- (ii)  $F_A$  と  $F_B$  の合力  $F$  を求めよ。

4. 質量  $m$  の車が高さ  $h$ , 長さ  $L$  の坂を重力だけでくだったとき, ふもとでもつ速さは

$$v = (2gh - 2Lfm)^{1/2}$$

になることを示せ。  $f$  は摩擦力の大きさ(の平均値),  $g$  は重力加速度である。

5. 軽く伸びない糸をつけた質量  $m$  [kg] の物体を, あらい水平面の机の上に置く。糸を机の端の滑車を通して質量  $M$  [kg] ( $M > m$ ) のおもりに結び, 静かに放すと物体は滑り出した。物体と面の間動摩擦係数を  $\mu$  とし, 物体の加速度  $a$  [ $\text{m s}^{-2}$ ] と糸が引く力  $T$  [N] を求めよ。重力加速度の大きさを  $g$  [ $\text{m s}^{-2}$ ] とする。

6. 初速度  $v_0$ , 水平面との仰角  $\theta$  で質点を投げ上げた。空気の抵抗などは働かないとして以下の問に答えよ。

- (i)  $v_0$  を一定にした時質点の到達距離を最大にするような  $\theta$  を求めよ。
- (ii) 到達距離の最大値を  $d_m$  とする。  $d_m$  を計算せよ。
- (iii)  $d_m$  を 100m とするための  $v_0$  の値はいくら。

熊本県立大学物理学 I 宿題

7. 1次元の運動で、物体の速度  $v$  が時間  $t$  の関数として、 $v = a \exp(-bt)$  [ $\exp(-bt)$ は  $e^{-bt}$  と同じことを表示] で与えられるとき、物体に働く力は速度  $v$  に比例することを確かめよ。
8. 人工衛星を、赤道上の一地点の上にならでもいるようにするには、どのような高さで円運動させればよいか。またその速さはいくらか。地表の重力加速度を  $g=9.81\text{m/s}^2$ 、地球は半径  $6378\text{km}$  の球とし、地球の公転は無視する。(注: 気象衛星ひまわりはこのようになっている)

熊本県立大学物理学 I 宿題

9. 東向き  $72\text{km/h}$  の速さで走っている質量  $1.0$  トンの車が急ブレーキをかけて  $4.0\text{s}$  後に静止した。
- (1) 車の初めの運動量の大きさと向きを答えよ。
  - (2) 静止するまでに路面から車に働いた摩擦力による力積を求めよ。
  - (3) 路面から車に働いた平均の摩擦力を求めよ。
10. 滑らかな水平面上を、東に向かって  $11\text{m/s}$  の速さで進んでいた質量  $1.5\text{kg}$  の物体 A と、北に向かって  $3.0\text{m/s}$  の速さで進んでいた質量  $2.0\text{kg}$  の物体 B が衝突し、衝突後、物体 B は東向きに  $6.0\text{m/s}$  の速さで進んだ。衝突後の物体 A の速度を求めよ。
11. 質量  $145\text{g}$  の野球ボールを時速  $150\text{km}$  の剛速球で投げたとき、ボールのもつ運動量の大きさはいくらか。これを迎え打とうとかがまえている打者の手の位置から見たボールの角運動量の大きさはおよそいくらか。手からバットのボールが当たるところまで長さを  $60\text{cm}$  とする。
12. 次の場合、質量  $2\text{kg}$  の荷物を運ぶ人のする仕事を計算せよ。
- (i) 鉛直上方に  $1\text{m}$  だけ荷物を持ち上げる。
  - (ii) 水平に  $1\text{m}$  だけ荷物を運ぶ。
  - (iii) 水平に  $1\text{m}$  運んだあとに、 $1\text{m}$  だけ持ち上げる。