

[1]

(1) Taylor 展開を利用し Euler の公式

$$e^{i\theta} = \cos \theta + i \sin \theta$$

を示せ。

(2) 次の値を計算せよ。

$$(a) e^{i\pi}, \quad (b) e^{\frac{i\pi}{2}}, \quad (c) e^{\frac{-i\pi}{3}}, \quad (d) e^{-1+\frac{i\pi}{4}}$$

[2] 次の複素数 z を複素平面上に図示し、偏角 θ と絶対値 r を求め、 $z = re^{i\theta}$ の形で表せ。さらに共役複素数を求めよ。

$$(a) z = 1, \quad (b) z = -\frac{1}{2}i, \quad (c) z = 1 + i, \quad (d) z = \sqrt{3} - i, \quad (e) z = 0$$

[3] バネ定数 k のばねにつけられ重力のもとで鉛直に運動する質量 M の物体に対する運動方程式を書け。重力は、(1) 振動の周期、および (2) 振動の中心、にどのような影響を及ぼすか？

[4] 2 次元 $X - Y$ 平面上で、1 点からの距離に比例する引力の作用のもとに運動する物体を考える。力の中心を原点に選べば、ニュートンの運動方程式は

$$m \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2} = -k \mathbf{r}$$

で与えられる。

(1) 運動方程式を成分で書け。($\omega^2 = k/m$ とせよ。)

(2) 運動方程式を解き、解が

$$x = a \sin(\omega t + \delta), \quad y = b \sin(\omega t + \varepsilon), \quad (a, b, \delta, \varepsilon \text{ は定数})$$

となることを示せ。

(3) 物体の軌道の方程式が

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{2xy}{ab} \cos(\delta - \varepsilon) = \sin^2(\delta - \varepsilon)$$

となることを示せ ((2) の解を加法定理を用いて書き直し、軌道の方程式に代入することにより確かめる。)。これは一般に楕円を表している。

(4) 初期条件を、 x に関し $x(0) = 0$, $\dot{x}(0) = \omega$ ととり、 y に関しては (i) $y(0) = 0$, $\dot{y}(0) = \omega$, (ii) $y(0) = 1/\sqrt{2}$, $\dot{y}(0) = \omega/\sqrt{2}$, (iii) $y(0) = 1$, $\dot{y}(0) = 0$ ととったとき、それぞれ、どのような軌道が得られるか？

[参考] このような 2 つの単振動を合成した軌道の事を、リサージュ (Lissajous) 図形と言う。一般には、 x と y の角振動数が ω_x , ω_y と異なったものも含み、両者の比 $\omega_x : \omega_y$ が有理数の場合に閉じた図形が得られる。裏にリサージュ図形の例を表にして示しておく。