

物理学 I A 中間試験

浦崎 2008. 6. 6. Fri. 2限

注) 途中式も採点の対象となるので、ある程度計算の過程が追えるように書くこと。ただし、単振動の解や摩擦による減衰を表す解など、知っているものは導出を示さずに用いてよい。50点満点。

[1] 円運動する質量 m の質点の位置座標を $\mathbf{r} = R(\cos \theta, \sin \theta)$ と表す (R は定数だが、等速円運動とは限らない)。この時、加速度は $\mathbf{a} = A(-\sin \theta, \cos \theta) - B(\cos \theta, \sin \theta)$ のようになる (つまり接線加速度と向心加速度に分けられる)。 A, B を $\frac{d\theta}{dt}, \frac{d^2\theta}{dt^2}, R$ を用いて表せ。(10点)

5分 [2] 雨滴の落下を直線運動において考える。 $v = dy/dt$ として

$$m \frac{dv}{dt} = mg - kmv \quad (1)$$

が運動方程式であるとしよう。これを解き、座標 y を時刻 t の関数として求めよ。ただし、 $t = 0$ で $y = 0$ かつ $v = 0$ とし、定数 m, g, k は全て正とする。(10点) 【ヒント】鉛直下向きが y 軸正の向きになっている。

9 [3] 単振動を生じる力 $F = -kx$ に加えて弱い摩擦 $F' = -2m\gamma v$ を考慮し、減衰振動となる (過減衰や臨界減衰にはならない) 場合を考える (ここで $v = dx/dt$)。解の形を $x = Ae^{-\gamma t} \sin(\omega t + \theta)$ と仮定して運動方程式に代入し、 ω を決めよ。また $t = 0$ で $v = v_0$ かつ $x = 0$ を初期条件として A, θ を求めよ。(10点)

[4] 速度に比例する抵抗を受けながら、交流電場によって電子が加速されている状況を考える。電子の運動を速度 v で表せば、

$$m \frac{dv}{dt} = f \sin \omega t - m\gamma v \quad (2)$$

となるだろう。

(1) 特解を $v_f = Ce^{i\omega t}$ または $v_f = A \cos \omega t + B \sin \omega t$ とおいて求めよ。(10点)

(2) $t = 0$ で電子は静止していたとして、速度についての解 v を求めよ。(10点)