

8 空間的に変化する高周波電場中での荷電粒子の運動

x 方向にのみ成分を持ち，次式で表される電場を考える．

$$E_x(x, t) = E_0(x) \cos \omega t$$

この電場下での荷電粒子の運動方程式は，

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = m \frac{dv_x}{dt} = qE = qE_0(x) \cos \omega t$$

である．

$x = x_0 + x_1$ とする． x_0 は，振動中心で時間的にゆっくり変化するとする．方程式は，

$$m(\ddot{x}_0 + \ddot{x}_1) = q \left(E_0 + x_1 \frac{dE_0}{dx} \right) \cos \omega t.$$

荷電粒子に働く力 F_p は，

$$F_p = -\frac{q^2}{4m\omega^2} \frac{d}{dx} (E_0^2)$$

と書ける．この力を，ポンドロモーティブ力と言う．

問題 55 時間的に変化する電場は，時間的に変化する磁場を伴う．真空中を伝搬する電磁波の場合，電場の最大値が E_0 なら，磁場の最大値はいくらか．

問題 56 運動方程式を解く際，この磁場の影響を無視している．なぜか，理由を示せ．

問題 57 電場の空間的分布が $E(x) = E_0 \exp(-x^2/\sigma^2)$ で表されるとする．この様子をグラフに描け．

問題 58 このような電場の下，荷電粒子はどのような運動をするか，イメージせよ．

問題 59 この力 F_p に関して，

- (1) 式に， $-$ (マイナス) の記号がついているのは，どういうことを表しているか．
- (2) $\frac{d}{dx}(E_0^2)$ とは，どのようなことを表しているか．
- (3) 粒子の質量に関して，どのように変化するか．
- (4) どのような状況でこのような状態ができるか．(実験配置を考えよ．)
- (5) 力が働いた後，どのような現象が起ると予想されるか．