

## 問題 1 4 ( 物理学 )

1 ) 空气中( 比誘電率  $\epsilon_r = 1$  とし、真空中の誘電率  $\epsilon_0$  とせよ ) に浮遊している電荷  $Q$  に帯電した半径  $R$  の一滴の液体( 液滴 ) を考える。この液滴の持つ自己エネルギーを求めたい( 重力と蒸発の影響は考えない )。そのためには、その液滴に無限遠からわずかな電荷  $dq$  を持ってきて半径  $R$  の球面に与えていくことを考えるとよい( このとき、ガウスの定理により、液滴と微少電荷間の力は液滴の荷電が中心に集中したとして計算できること、液滴の誘電率を考慮する必要は無いことを用いよ )。液滴を、電荷 0 から  $Q$  まで荷電するために必要な総仕事量を導くことにより、自己エネルギーを求めよ。

2 ) 空气中で  $Q$  に帯電した半径  $R$  の水滴について考える( 重力の作用は無視してよいとするが、この問題では、水滴の蒸発の効果を考える )。水滴には表面張力 ( = 単位表面積あたりのエネルギー ) が生じており、その表面張力  $\gamma$  は半径  $R$  に依存しない。水滴が蒸発していくと、最初は、総荷電量が一定のまま、半径が小さくなっていく。しかし、ある半径になったとき、水滴は不安定になり小さな小滴に分裂する( *Raleigh* 限界 )。水滴が不安定になるときの半径を表わせ。

3 ) 水滴の電荷  $Q$  が  $100e$ 、表面張力  $\gamma$  が  $72\text{mN/m}$  のとき、*Raleigh* 限界が生じたときの液滴の体積を計算せよ。このとき、以下の値を用いよ。

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{J} / \text{m}, e = -1.60 \times 10^{-19} \text{ C} \text{ and } \pi = 3.14$$