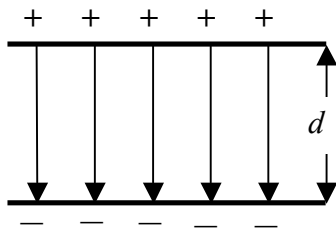


応用電磁気学特論 演習 3 回目

8. (TXT P. 88)

面積 200 cm^2 の 2 枚の同じ形の導体版を 1 cm 隔てて平行に置き、これらに 2000 V の電位差を与えたとき、平行平板の電界の強さ、静電圧力および導体板表面の電荷密度を計算せよ。

解答



導体板表面の電荷密度： σ

導体板の面積： S

導体板の間隔： d

導体間の電位差： V

導体の表面に作用する単位面積当りの静電力の大きさ f は、導体表面の近傍に蓄えられる単位体積当りの電界のエネルギーに等しい。静電力は自分自身には作用しないので、作用する電界の強さを E とすれば真空中では、

$$f = \frac{\sigma E}{2} \quad [\text{N/m}^2] \quad (1)$$

σ は、ガウスの法則より、 $\sigma = \epsilon_0 E$ と表すことができる。よって(1)式は

$$f = \frac{\sigma E}{2} = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} \quad [\text{N/m}^2] \quad (2)$$

となる。ここで、

$$\sigma = \frac{q}{S} \quad [\text{C/m}^2], \quad E = \frac{V}{d} \quad [\text{V/m}] \quad (3)$$

であるから、単位面積当りに働く静電圧力の大きさ f 、全体に作用する力の大きさ F は、真空中で、

$$f = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} = \frac{\epsilon_0 V^2}{2d^2} \quad [\text{N/m}^2] \quad (4)$$

$$F = fS = \frac{\epsilon_0 V^2 S}{2d^2} \quad [\text{N}] \quad (5)$$

となる。

平行平板の電界の強さ

$$E = \frac{2 \times 10^2 [\text{V}]}{1 \times 10^{-2} [\text{m}]} = 2 \times 10^5 [\text{V/m}]$$

静電圧力

$$f = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} = \frac{8.84 \times 10^{-12} [\text{F/m}] \times (2 \times 10^5)^2 [\text{V}^2]}{2} = 0.177 [\text{N/m}^2]$$

従って、全静電圧力の大きさ F は、

$$F = fS = 0.177 [\text{N/m}^2] \times 200 \times 10^{-4} [\text{m}^2] = 3.54 \times 10^{-3} [\text{N}]$$

単位

$$\left[\frac{\text{F}}{\text{m}} \right] \times [\text{V}^2] = \left[\frac{\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2}{\text{m}} \right] \times [\text{m}^4 \cdot \text{kg}^2 \cdot \text{s}^{-6} \cdot \text{A}^{-2}] = \left[\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] = [\text{N}]$$

導体板表面の電荷密度

$$f = \frac{\sigma E}{2}$$
$$\sigma = \frac{2f}{E} = \frac{2 \times 0.177 [\text{N/m}^2]}{2 \times 10^5 [\text{V/m}]} = 1.77 \times 10^{-6} [\text{C/m}^2]$$

単位

$$\left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right] \times \left[\frac{\text{m}}{\text{V}} \right] = \left[\frac{\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}}{\text{m}^2} \right] \times \left[\frac{\text{m}}{\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}} \right] = \left[\frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} \right] = [\text{C/m}^2]$$