

## 電験三種 理論 演習編 1

### 1. 静電気・コンデンサ

#### 問題 1

真空中にある半径  $1\text{cm}$  の導体球に  $1 \times 10^{-6}\text{C}$  の電荷を与えた。ただし、電荷はすべて導体球の球表面に集中しており、導体球の外側の電界は、全電荷が球の中心にあるものとして考えればよい。

- (1) 球の中心からの距離  $x[\text{m}]$  だけ離れた点の電界の大きさ  $E[\text{V/m}]$  とする。横軸  $x$ 、縦軸  $E$  のグラフをかけ。
- (2) 次の(a)～(c)の事項のうち、正しいものをすべて選び、記号で答えよ。
  - (a) 電束密度は、空間の誘電率に反比例する。
  - (b) 電界の大きさは、空間の誘電率に反比例する。
  - (c) 電気力線は、等電位面に垂直に交わる。

#### 問題 2

真空中において、 $xy$  平面上の点  $A(-1,0)$  点  $B(1,0)$  のそれぞれに大きさ  $2.0 \times 10^{-6}[\text{C}]$  の正の点電荷を置く。真空の誘電率を  $8.85 \times 10^{-12}[\text{F/m}]$  とし、以下の問いに答えよ。

- (1) 点  $C(0,1)$  における電界の強さ  $[\text{V/m}]$  を求めよ。解答は、単位をつけて答えること。
- (2) 点  $C(0,1)$  における電位  $[\text{V}]$  を求めよ。解答は、単位をつけて答えること。

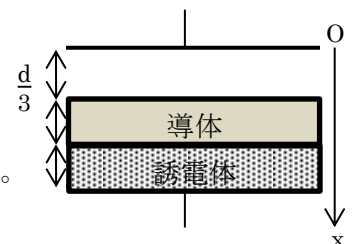
#### 問題 3

真空中において、同一直線上の点  $A, B$  のそれぞれに大きさ  $2.0 \times 10^{-6}[\text{C}]$ 、 $3.0 \times 10^{-6}[\text{C}]$  の正電荷を置いた。このとき、 $AB$  間の中間地点の電界の大きさは、 $1 \times 10^5[\text{V/m}]$  であった。このとき、 $AB$  間の距離  $[\text{m}]$  を求めよ。ただし、真空の誘電率  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}[\text{F/m}]$  とする。

#### 問題 4

図のように、極板間が真空中で、その距離が  $d[\text{m}]$  のコンデンサに、極板面積  $S[\text{m}^2]$  と同じ面積をもつ導体と比誘電率 3 の誘電体を挿入する。極板間の電位差が  $V[\text{V}]$  であり、極板間距離が真空、導体、誘電体の 3 空間に等分されているとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 真空部分、導体部分、誘電体部分の電位差  $[\text{V}]$  を  $V_{\text{真空}}$ 、 $V_{\text{導体}}$ 、 $V_{\text{誘電体}}$  とすると、 $V_{\text{真空}} : V_{\text{導体}} : V_{\text{誘電体}}$  を求めよ。
- (2) 真空部分、導体部分、誘電体部分の電界の大きさ  $[\text{V/m}]$  をそれぞれ求めよ。



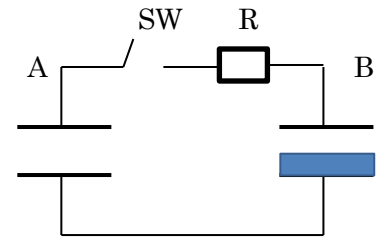
### 問題 5

電気容量  $C_1[\text{F}]$ ,  $C_2[\text{F}]$  の 2 つのコンデンサがある。これら 2 つのコンデンサを直列に接続した場合と、並列に接続した場合で、同じ電源を用いて十分に充電を行った。すると、並列に接続した場合の方が、直列に接続した場合よりも 4 倍の静電エネルギーを蓄えることができた。 $\frac{C_1}{C_2}$  の値を求めよ。

### 問題 6

図のように、極板面積が  $S[\text{m}^2]$ 、極板間距離  $d[\text{m}]$  のコンデンサ A, B がスイッチ SW と抵抗  $R[\Omega]$  を介して連結してある。コンデンサ A の極板間は真空であり、その電気容量は  $2[\mu\text{F}]$  である。一方で、コンデンサ B の極板間の空間は上下に二等分されており、上半分は真空、下半分は比誘電率 3 の誘電体で満たされている。はじめ、スイッチ SW を開いた状態で、A には  $1[\mu\text{C}]$  の電荷が蓄えられており、B には電荷は蓄えられていないものとする。

- (1) コンデンサ B の電気容量  $[\mu\text{F}]$  を求めよ。
- (2) スイッチ SW が開いているときのコンデンサ A, B に蓄えられている静電エネルギー  $[\mu\text{J}]$  の合計を求めよ。
- (3) スイッチ SW を閉じて十分時間が経過すると、コンデンサ B に蓄えられている電荷  $[\mu\text{C}]$  を求めよ。
- (4) スイッチ SW を閉じてから十分時間が経過するまでに抵抗  $R[\Omega]$  で消費されたエネルギー  $[\mu\text{J}]$  を求めよ。



### 問題 7

図のように、2 つのコンデンサ  $C_1$ ,  $C_2$  を直列につないだ。コンデンサ  $C_2$  の極板間距離は  $C_1$  の 2 倍であるが、極板面積は等しく、極板間は両方ともに真空である。はじめスイッチを閉じて十分に時間が経過した。その後、スイッチを開き、コンデンサ  $C_2$  の極板間全体を比誘電率 3 の誘電体で満たした後、スイッチを開いたままにした。このとき、静電エネルギーは、誘電体の挿入前後で何倍になっているか。

