

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 1cm の導体球に 1×10^{-6} 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 $x[m]$ だけ離れた点の電界の大きさ $E[V/m]$ 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 2.0×10^{-6} [C]の正の点電荷を置く。真空の誘電率を 8.85×10^{-12} [F/m]として、以下の問いに答えよ。

(1) 点 C(0,1)における電界の強さ[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[V]を求めよ。解答は、単位をつけて答えること。

問題 3

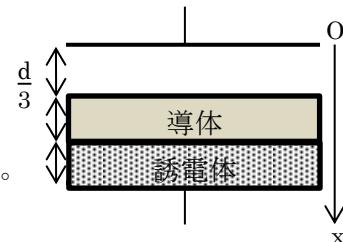
真空中において、同一直線上の点 A, B のそれぞれに大きさ 2.0×10^{-6} [C], 3.0×10^{-6} [C]の正電荷を置いた。このとき、AB 間の中間地点の電界の大きさは、 1×10^5 [V/m]であった。このとき、AB 間の距離[m]を求めよ。ただし、真空の誘電率 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ [F/m]とする。

問題 4

図のように、極板間が真空で、その距離が $d[m]$ のコンデンサに、極板面積 $S[m^2]$ 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 $V[V]$ 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[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[V/m]をそれぞれ求めよ。



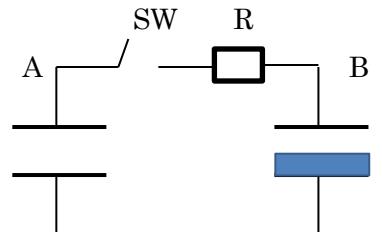
問題5

電気容量 $C_1[F]$, $C_2[F]$ 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 $S[m^2]$ 、極板間距離 $d[m]$ 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 $2[\mu F]$ 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 $1[\mu C]$ 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 $[\mu F]$ 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 $[\mu J]$ 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 $[\mu C]$ 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 $[\mu J]$ 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。はじめスイッチを開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。

