

電気電子システム工学科

物理

[1] (40点)

各導体板に帯電した電荷量を Q [C]、導体板間の電界の強さを E [V/m] とすると、真空中の平行平板内における一様な電界なので、以下の式の通り求められる。

$$E = \frac{V}{d} = \frac{Q/S}{\epsilon_0} \text{ [V/m]}$$

真ん中と右の式で各10点

従って、

$$Q = \frac{\epsilon_0 S}{d} V \text{ [C]}$$

帯電した電荷量は $\frac{\epsilon_0 S}{d} V$ [C] である。

この解が導出できて[1]は40点

(別解)

平行導体板間の静電容量を C [F] とすると、静電容量 C は次式のように表される。

変数の定義が適切にできていれば5点

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \text{ [F]}$$

平行平板の静電容量が示せて10点

帯電した電荷量 Q [C] と導体板間の電位差 V の関係は静電容量 C を用いると次式のように表される。

$$Q = CV = \frac{\epsilon_0 S}{d} V \text{ [C]}$$

$Q=CV$ が示せて10点

帯電した電荷量は $\frac{\epsilon_0 S}{d} V$ [C] である。

この解が導出できて[1]は40点

採点用チェックリスト

- ☐ 導出時に使用した静電容量 C [F]、電荷量 Q [C]、電界の強さ E [V/m] を定義した。
- ☐ 平行平板の導体中の電界の強さの式または、並行平板の静電容量の式が示された。
- ☐ $Q = CV$ の電荷量と電位差の関係式が示された。
- ☐ 最終的に求めた電荷量が問題文で定義されている記号で回答された。

模範解答（別解・採点持込用）

[2] (30点)

電荷が Q [C] 蓄えられ、発生する電圧が V [V] のとき、平行平板に蓄えられた静電エネルギー W [J] は以下の通り求められる。

変数の定義が適切にできていれば5点

$$W = \frac{1}{2} QV = \frac{\epsilon_0 S}{2d} V^2 \quad [\text{J}]$$

真ん中の式で10点

従って、蓄えられた静電エネルギーは $\frac{\epsilon_0 S}{2d} V^2$ [J] である。

この解が導出できて[2]は30点

(別解)

平行平板の静電容量を C [F]、電荷が Q [C] 蓄えられ、発生する電圧が V [V] のとき、平行平板に蓄えられた静電エネルギー W [J] は以下の通り求められる。

導出に必要な変数の定義が適切にできていれば5点

$$W = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV = \frac{\epsilon_0 S}{2d} V^2 \quad [\text{J}]$$

真ん中の式のうちいずれか1つでも示せれば10点

従って、蓄えられた静電エネルギーは $\frac{\epsilon_0 S}{2d} V^2$ [J] である。

この解が導出できて[2]は30点

採点用チェックリスト

- ☐ 導出時に使用した静電容量 C [F]、電荷量 Q [C]、電界の強さ E [V/m]、静電エネルギー W [J] を定義した。（前問中で定義された変数は継続して定義されていることとする。）
- ☐ 静電エネルギーを電荷、静電容量、電圧から求める式が示された。
- ☐ 最終的に求めた電荷量が問題文で定義されている記号で回答された。

模範解答（別解・採点持込用）

[3] (30 点)

電荷 Q [C] が一定なので、間隔を変化させた後の導体板間の電圧を V' [V] とすると [1] の答えから以下の通り導出される。

変数の定義が適切にできていれば 5 点

$$Q = \frac{\epsilon_0 S}{d} V = \frac{\epsilon_0 S}{2d} 2V = \frac{\epsilon_0 S}{2d} V' \quad [\text{C}]$$

電荷量に関する 2 番目と 3 番目の途中式が示せれば各 10 点

従って、

$$V' = 2V \quad [\text{V}]$$

間隔を 2 倍にすると導体板間の電圧は 2 倍になる。

(V' を定義しなくても)
変化させた際の式を示せて、
説明できれば [3] は 30 点

(別解)

間隔を変化させた後の導体板間の静電容量 C' [F] は平行平板なので、次式のように求められる。

導出に必要な変数の定義が適切にできていれば各 5 点

$$C' = \frac{\epsilon_0 S}{2d} \quad [\text{F}]$$

平行平板の静電容量の式で 5 点

間隔を変化させた後の導体板間の電圧を V' [V] とすると静電容量と電荷、電圧の関係式から以下の通り導出される。

$$V' = \frac{Q}{C'} = \frac{\frac{\epsilon_0 S}{d} V}{\frac{\epsilon_0 S}{2d}} = 2V \quad [\text{V}]$$

ここまで導出した C' と Q の式を使うことが分かっていたら
真ん中の式で各 5 点

間隔を 2 倍にすると導体板間の電圧は 2 倍になる。

(V' を定義しなくても)
変化させた際の比較用の式を示せて、
電圧の変化を説明できれば [3] は 30 点

採点用チェックリスト

- ☐ 導出時に使用した静電容量 C [F]、電荷量 Q [C]、電界の強さ E [V/m]、静電エネルギー W [J]、間隔変化後の電圧 V' [V] を定義した。（前問中で定義された変数は継続して定義されていることとする。）
- ☐ 間隔を変化させる前後の電圧の比較できる式が示された。
- ☐ 平行平板の静電容量の導出式が示された。
- ☐ 最終的に求めた電荷量が問題文で定義されている記号で回答された。