

## 電 磁 気 学

以下の問について、それぞれ指定された解答用紙に解答しなさい。

### 問題【1】

電極の面積  $S$  ( $\text{m}^2$ )、電極間隔  $d$  ( $\text{m}$ ) の平行平板コンデンサを考える。コンデンサの電極間は比誘電率 1 の自由空間とする。電位差  $V_0$  ( $\text{V}$ ) を電極板間に加けた後、電池を取り外す。このとき以下の問いに答えなさい。解答は必ず単位を付けて書きなさい。電界は理想的にすべて電極板に垂直とし、電極板の端の効果は無視する。なお、真空の誘電率は  $\varepsilon_0$  ( $\text{F/m}$ ) とする。

- (1) 電極板間の電界の大きさを求めなさい。
- (2) 静電容量を求めなさい。
- (3) 電極板に現れる自由電荷を求めなさい。

上のようなコンデンサに厚さ  $t$  ( $\text{m}$ ) ( $t < d$ ) で電極と同じ面積  $S$  ( $\text{m}^2$ ) (形状も同じ) の導体板を電極に接しないように電極に平行に挿入する。このとき以下の問いに答えなさい。

- (4) 電極板間の電位差を求めなさい。
- (5) 静電容量を求めなさい。

コンデンサから導体板を引き抜き、再び電位差  $V_0$  ( $\text{V}$ ) を電極板間に加けた後、電池を取り外す。このコンデンサに厚さ  $t$  ( $\text{m}$ ) ( $t < d$ ) で電極と同じ面積  $S$  ( $\text{m}^2$ ) (形状も同じ) の比誘電率  $\varepsilon_r$  の誘電体板を電極に接しないように電極に平行に挿入する。このとき以下の問いに答えなさい。

- (6) 誘電体内の分極の大きさを求めなさい。
- (7) 電極板間の電位差を求めなさい。
- (8) 静電容量を求めなさい。

問題【2】

無限に長い直線状の導線と、長辺の長さが $a$ で短辺の長さが $b$ の導線からなる矩形コイルが、図1に示されるように、同一平面上で、かつ直線状導線とコイルの長辺が平行になるように配置されているとする。直線状導線とコイルとの最近接距離は $D$ であるとする。直線状導線に $I$ の電流を流すとき、以下の設問に答えなさい。なお、真空の透磁率を $\mu_0$ とする。また、コイルに誘起される電流による磁界の影響は無視してよい。

- (1) 直線状導線からの距離 $r$ の点Pにおける磁束密度、およびコイルを貫く全磁束はいくらか答えなさい。
- (2) 直線状導線には $I = I_0 \sin \omega t$ の交流電流が流れているとする。コイルに誘起される起電力の大きさと方向を答えなさい。なお、 $\omega$ は角周波数を示す。また、 $D$ は時間的に変化しないものとする。
- (3) 直線状導線には $I = I_0$ の直流電流が流れており、かつ、 $b$ は $D$ に較べて極めて小さいものとする。この場合、コイル内部では磁束密度が一定であると考えて、コイルを貫く全磁束を求めなさい。さらに、コイルの位置が、 $D = D_0 + D_1 \sin \omega t$ で表わされるように同一平面上で振動するものとする。このとき、コイルに誘起される起電力の大きさと方向を答えなさい。ただし、 $D_1$ は $D_0$ と比較して十分小さいものとする。

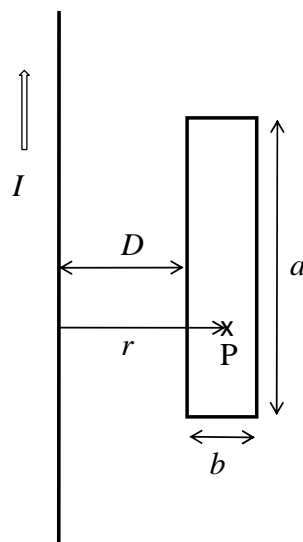


図1