

問題 1 1 A[静電界・定常電流]またはB[電磁誘導・電磁波]のどちらかを選択して解答すること。  
 なお、解答用紙の選択記号欄に、選択したAまたはBの記号を記入すること。

A[静電界・定常電流]

I 以下の設問では、金属棒は真空中にあるものとし、真空の誘電率を  $\epsilon_0$  とする。

- (1) 図1に示すように、半径  $R$  の無限に長い金属棒に沿って一様な線密度  $\lambda$  で電荷が分布しているとする。棒の中心からの距離  $r$  (ただし  $r > R$ ) の位置に生じる電界の大きさ  $E(r)$  を求めよ。
- (2) 図2に示すように、半径  $R$  の無限に長い金属棒 A, B が距離  $a$  (ただし  $a \gg R$ ) だけ離れて平行におかれており、A, B には、それぞれ、線密度  $\pm\lambda$  の電荷が分布しているとする (棒 A, B の中心は、それぞれ、 $x=0, x=a$ )。x 軸上 ( $R < x < a-R$ ) に生じる電界の大きさ  $E(x)$  を求めよ。
- (3) 金属棒 A, B 間の電位差  $\phi$  を計算せよ。また、単位長さあたりの静電容量  $C$  を求よ。

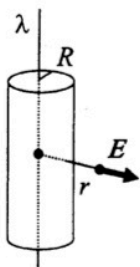


図 1

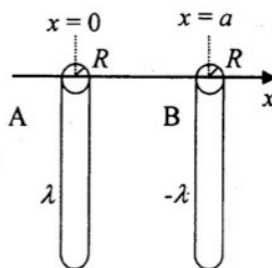


図 2

II 図3に示すように、点  $(0, 0, d)$  と点  $(0, 0, -d)$  に、それぞれ、 $q$  と  $-q$  の電荷が存在するとし、原点  $O$  と点  $P(x, y, z)$  の距離を  $r$  とする。また、電荷は真空中に存在し、真空の誘電率を  $\epsilon_0$  とする。

- (1) 点  $P(x, y, z)$  における電位  $\phi(x, y, z)$  を求めよ。
- (2)  $r \gg d$  の場合、設問(1)で求めた電位  $\phi(x, y, z)$  を、 $d/r$  について2次以上を無視して1次までで、近似せよ。計算では、近似式  $(1+\alpha)^n \approx 1+n\alpha$  ( $\alpha \ll 1$ ) を用いよ。

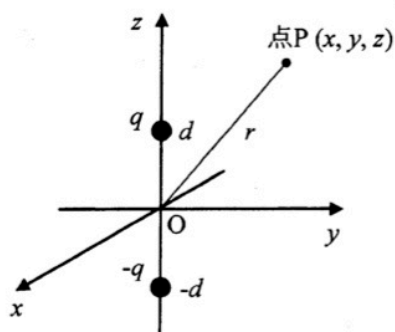


図 3

B [電磁誘導・電磁波]

I 図 1 に示すように、微小ギャップ  $AB$  を有する面積  $S_0$  の無損失長方形コイルが、真空中に一樣な磁界  $H$  の中で、回転軸のまわりに角速度  $\omega$  で回転するとき、コイルに起電力が発生する。以下の問いに答えよ。なお、真空の透磁率を  $\mu_0$  とする。また、 $t=0$  のときは  $\theta=0^\circ$  である。

- (1) コイル面の法線が磁界  $H$  と  $\theta$  の角をなすとき、コイルの鎖交磁束  $\Phi$  を求めよ。
- (2) (a)  $H = H_0$  ( $H_0$  : 定数) のとき、微小ギャップ  $AB$  間の誘起電圧を求めよ。  
 (b)  $H = H_0 \sin(\omega t)$  ( $H_0$  : 定数) のとき、微小ギャップ  $AB$  間の誘起電圧を求めよ。

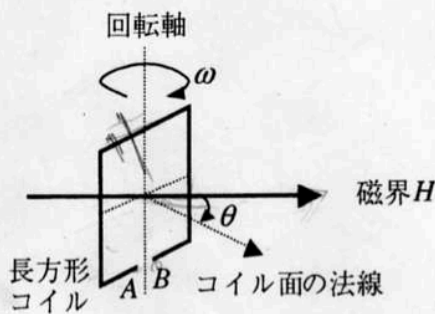


図 1

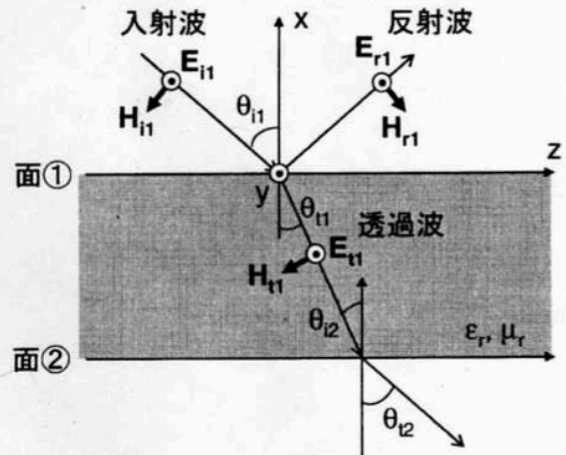


図 2

II 図 2 に示すように、真空中の  $yz$  面と平行に、比誘電率:  $\epsilon_r$ 、比透磁率:  $\mu_r$  で無損失 ( $\sigma=0$ ) の、一定厚の無限平板が置かれている。そして、 $xz$  面内で、 $x$  軸より  $\theta_{i1}$  だけ傾いた方向から、 $y$  軸と平行な電界を有する平面波が、平板に入射している。次の各問いに答えよ。ただし、 $x, y, z$  軸に平行な基本ベクトルを、それぞれ、 $\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}$  とする。

- (1) 電界振幅を  $E_0$ 、真空中の波数を  $k_0$  として、入射波の電界ベクトル  $E_{i1}$  を  $x$  および  $z$  の関数で示せ。
- (2) 入射波が平面波である条件を用いて、入射波の磁界ベクトル  $H_{i1}$  を求めよ。
- (3) 図 2 の面①において、入射波、反射波、透過波の電界ベクトル  $E_{i1}, E_{r1}, E_{t1}$ 、磁界ベクトル  $H_{i1}, H_{r1}, H_{t1}$  に成立する境界条件をそれぞれ示せ。ただし、このとき、面②は無視すること。
- (4) スネルの法則を面①と②に適用することにより、面①への入射波と面②からの透過波が平行光線であること ( $\theta_{i1} = \theta_{t2}$ ) を示せ。