電磁気学

以下の問について，それぞれ指定された答案用紙に解答しなさい．

問題 1

自由空間（真空）における電位の場が $V=-x^2-y$ (V) で与えられている．自由空間と導体との境界が座標 (2,1,0) の P 点を含む面にある．座標の単位はメートルである．このとき，以下の問いに答えなさい．計算では，真空の誘電率を ε_0 とせよ．

（１）P 点における電位を求めなさい．
（２）導体の等電位面の軌跡を表す方程式を求めなさい．
（３）P 点における電界を求めなさい．
（４）P 点に帯電する面電荷密度を求めなさい．

問題 2

自由空間（真空）における電位の場が $V=-x^2-y$ (V) で与えられている．自由空間と比誘電率 3 の誘電体との境界がx軸を垂直に横切る面にあり，$x>2$ の空間が誘電体で満たされている．座標の単位はメートルである．このとき，以下の問いに答えなさい．計算では，真空の誘電率を ε_0 とせよ．

（１）自由空間中の電束密度を求めなさい．
（２）誘電体中の電束密度を求めなさい．
（３）誘電体中の分極を求めなさい．

電磁気学

問題３

（１）以下は図 3-1 の有限長直線電流ついての説明文である。$\boxed{\text{ア}}$から$\boxed{\text{カ}}$に入れるべき最も適切な語句を【語群】の中から選び，その記号を，それぞれの解答欄に記入しなさい。なお，同じ語句を２度以上使っても良い。

有限長直線電流によって生じる磁界は$\boxed{\text{ア}}$の法則を使って求めることができ，点 A から点 B に向かって電流 $I\,(>0)$ が流れているとき点 P に生じる磁界の大きさ H は，

$$H = I\,(\cos\alpha_1 + \cos\alpha_2)\,/\,(4\pi d) \qquad (3\text{-}1)$$

である。$\boxed{\text{イ}}$保存則から，$\boxed{\text{ウ}}$量は点 A では$\boxed{\text{エ}}$し，点 B では$\boxed{\text{オ}}$する。$\boxed{\text{ウ}}$により電束を生じるが，$\boxed{\text{ウ}}$量が変化すると電束が変化し，$\boxed{\text{カ}}$が生じる。伝導電流は点 A や点 B で不連続であるが，$\boxed{\text{カ}}$と合わせて考えれば電流の連続性は保たれる。

【語群】

a. 電界	b. 磁束	c. 磁荷	d. 電荷	e. 変位電流
f. 励磁電流	g. 渦電流	h. 逆電流	i. ガウス	j. ビオ・サバール
k. ローレンツ	l. ファラデー	m. クーロン	n. 増加	o. 減少

（２）直交座標系(x, y, z) で，図 3-2 のように $z=0$ 上に閉曲線 ABCA に沿った，十分細い導体がある。この導体に電流 $I_C\,(>0)$ を流したときに点 $Q(0, 0, h)\,(h>0)$ に生じる磁界 $\boldsymbol{H}$ を，線分 AB と円弧 BCA に分けて求めることを考える。なお，太字はベクトル量を表す。

(2-1) 電流 I_C の向きから，磁界 $\boldsymbol{H}$ の z 成分は正になるか，負になるか答えなさい。

(2-2) 線分 AB の部分によって生じる点 Q での磁界を $\boldsymbol{H}_1$ とする。磁界の大きさ$|\boldsymbol{H}_1|$と向きを表す単位ベクトル $\boldsymbol{e}_1$ を求めなさい。なお，式(3-1)を使ってもよい。

(2-3) 円弧 BCA の部分によって生じる点 Q での磁界を $\boldsymbol{H}_2$ とする。磁界 $\boldsymbol{H}_2$ を求めなさい。

(2-4) (2-1) と (2-2) の答えから $\boldsymbol{H}$ の x 成分を求めなさい。また，その x 成分が正になるか，負になるか答えなさい。

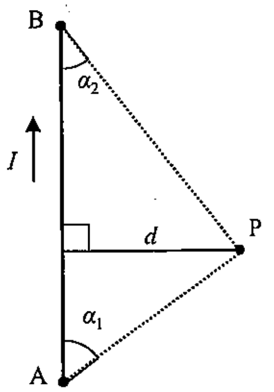

図 3-1

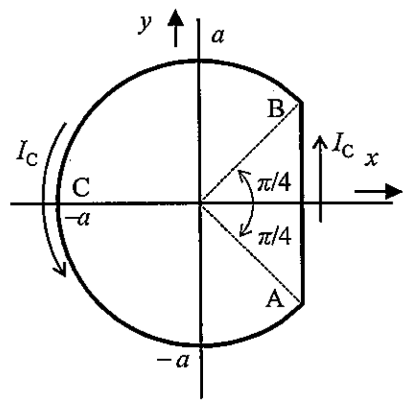

図 3-2