

2015 년 2 학기 전자기학 1 기말고사

* 각 문제 20 점

* (1)번부터 (4)번은 풀이 과정이 없으면 0 점

(1) 아래와 같은 volume charge distribution 이 주어졌다.

$$\rho_v(r, \theta, \phi) = \begin{cases} \rho_0, & 0 \leq r \leq a \\ 0, & r > a \end{cases}$$

(a) 모든 점에서 \vec{D}, \vec{E}, V 를 구하시오.

(b) $0 \leq r \leq a$ 인 공간에 저장된 에너지 W 를 구하시오.

(2) 반경이 1 [mm]이고 길이가 100 [m]인 구리선이 원점 (0,0,0)에서 (100,0,0) [m]에 놓여 있다. 원점을 기준 전위점으로 양단에 1 [V]의 전압을 인가했다. 구리의 도전율(conductivity)은 5.8×10^7 [S/m]이고, 자유전자의 밀도는 8.5×10^{28} [개/m³]이며, 전자의 전하량은 -1.6×10^{-19} [C]이다.

(a) 구리선 내부의 전기장 벡터 \vec{E} 를 구하시오.

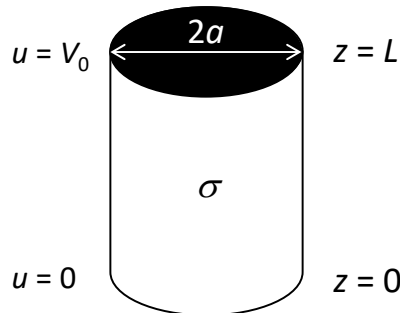
(b) 전류밀도 벡터 \vec{j} 를 구하시오.

(c) 전체 전류 I 를 구하시오.

(d) 자유전자의 속력 벡터 \vec{v} 를 구하시오.

(e) 구리선 양단의 전기저항 R 을 구하시오.

(3) 아래와 같은 원통형 물체에 대해 답하시오. σ 는 도전율(conductivity)이다.



(a) 원통형 물체 내부의 영역을 Σ 라 할 때, 원통좌표계 (ρ, ϕ, z) 에서 영역 Σ 를 기술하시오.

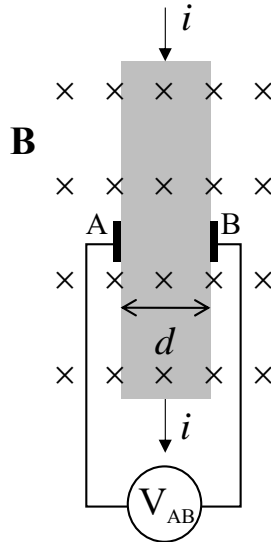
(b) 영역 Σ 에서 전압 u 의 Laplace 방정식과 경계조건을 기술하시오.

(c) 위 (b)의 Laplace 방정식을 풀어서 영역 Σ 에서의 전압 u 를 구하고 z 의 함수로 도시하시오.

(d) 영역 Σ 에서 전류밀도 벡터 \vec{j} 와 전체 전류 I 를 구하시오.

(e) 원통형 물체의 윗면과 아래면 사이의 전기저항 R 을 구하시오.

- (4) 아래 그림과 같이 일정한 크기와 방향의 자기장 \vec{B} 내에서 폭이 d [m]이고 두께가 t [m]인 도체판에 전류 i [A]가 흐르고 있다. 충분한 시간이 지난 후에 접점 A 와 B 사이에 전압 V_{AB} 가 측정됐다. 도체 내부에서 자유전자의 이동 속도는 u_e [m/s]이고, 자유전자의 전하량은 $-q$ [C]이며, 자유전자의 밀도는 n_e [개/m³]이다.



- (a) 전압이 측정되는 이유를 설명하고 도체 내부의 전하분포를 도시하시오.
- (b) 도체 내부의 전기장의 크기와 방향을 구하고 도시하시오.
- (c) 자유전자가 받는 두 가지 힘인 자기력과 전기력의 크기와 방향을 구하시오.
- (d) 자유전자의 이동 속도 u_e [m/s]를 측정하는 방법을 설명하시오.
- (e) 자유전자의 밀도 n_e [개/m³]를 측정하는 방법을 설명하시오.

(5-1) 자속밀도 \vec{B} 의 단위가 아닌 것은?

- (1) Wb (2) $\frac{N}{A \cdot m}$ (3) $\frac{N \cdot s}{C \cdot m}$ (4) $\frac{kg}{C \cdot s}$ (5) $\frac{kg}{A \cdot s^2}$

(5-2) 자기장 $\vec{B} = B_0 \vec{a}_y$ 에서 전하량 q 인 전하가 $\vec{v} = v_0 \vec{a}_x$ 의 속력으로 이동할 때 전하가 받는 힘은?

- (1) $qv_0 B_0 \vec{a}_x$ (2) $qv_0 B_0 \vec{a}_y$ (3) $qv_0 B_0 \vec{a}_z$ (4) $-qv_0 B_0 \vec{a}_y$ (5) $-qv_0 B_0 \vec{a}_z$

(5-3) 일정한 크기의 자장 $\vec{B} = B_0 \vec{a}_z$ 가 존재하는 공간에서 $-q = -1.6 \times 10^{-19}$ [C]의 전하량을 가지는 전자가 일정한 속도로 운동을 시작했다. 초기속력이 $\vec{v} = v_0 \vec{a}_x$ 일 때 다음 중에서 틀린 것은?

- (1) 전자는 xy 평면에서 시계방향으로 원운동을 한다.
 (2) 전자의 원운동의 반경은 $r = \frac{mv_0}{qB_0}$ 이며 이때 m 은 전자의 질량이다.
 (3) 전자의 원운동의 각주파수는 $\omega = \frac{v_0}{r}$ 이다.
 (4) 원운동을 하는 전자의 가속도는 $\omega^2 r$ 이다.
 (5) 전자의 원운동의 주기는 $T = \frac{2\pi r}{v_0}$ 이다.

(5-4) 다음 중에서 맞는 것은?

- (1) 두 개의 길고 곧은 전선에 서로 반대 방향의 전류를 흘리면 두 전선 사이에는 서로 당기는 힘이 발생한다.
 (2) 하나의 길고 곧은 전선에 흐르는 전류가 만드는 자장의 크기는 전선으로부터 거리의 제곱에 반비례한다.
 (3) 소레노이드 코일 외부의 자장은 소레노이드에 흘러준 전류의 크기와 단위 길이당 전선의 회전수(또는 감긴수)에 비례한다.
 (4) 소레노이드 코일에 전류계를 연결하고 막대자석을 코일 내부에 넣고 빼는 동작을 반복하면 전류계는 코일에 유기된 전류를 측정한다.
 (5) 두 개의 코일을 마주보게 하고 두 코일 사이의 간격이 가깝게 그리고 멀어지게 하나의 코일을 움직이면 반대편 코일에 전압이 유기된다.

(5-5) 다음의 식 중에서 틀린 것은?

- (1) $\nabla \cdot \vec{B} = 0$ (2) $\nabla \cdot \vec{D} = \rho$ (3) $\nabla \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$
 (4) $\nabla \times \vec{E} = \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ (5) $\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$