

물리 2 및 실험 중간시험

학과

학번

이름

점수

학기: 2015년 2학기

일시: 2013. 10. 20 (화) 오후 7:00~8:00

[학습성과 1 : 70%, 학습성과 4 : 30%]

*주의사항: 1. 특별한 지시가 없는 한, **모든** 주관식 문제의 풀이과정을 논리정연하게 보여야함
2. 계산기는 쓰지 말 것 3. 뒷면에도 문제가 있음 4. 난이도는 주관적일 수 있음

- 다음 각각의 문장이 맞으면 ○, 틀리면 ×로 표시하라. (각2점, 총20점, 난이도 중)
(가) 전기장 내에서 음전하는 전기장의 반대방향으로 힘을 받는다. -----(○)
(나) 등전위면은 전기장의 방향에 수직하다. -----(○)
(다) 도체 내부에서 전하를 옮기는데 일이 필요치 않으므로 전위는 항상 0이다.------(X)
(라) 각 각 Q, -Q/2의 전하가 대전된 동일한 도체구를 접촉시킨 후 접촉전과 같은 거리로 두면 두 도체구 사이의 쿨롱 힘은 증가한다. ------(X)
(마) 가우스법칙은 모든 형태의 표면과 모든 전하분포에 대하여 성립한다. ------(○)
(바) 가우스법칙을 표현하는 수식에 나타나는 전기장 \vec{E} 는 가우스면의 내부와 외부의 모든 전하에 의한 것이다.(○)
(사) 알짜전하가 +Q인, 속이 빈 도체의 빈 공간에 점전하 +Q를 넣으면 도체 바깥쪽 표면에 유도되는 총전하량은 도체의 모양이나 전하의 위치에 관계없이 +2Q이다. (○)
(아) 한 면이 삼각형인 정사면체의 내부에 전하 Q가 존재할 때, 한 면을 지나는 전기선속의 최대값은 $Q/(2\epsilon_0)$ 이다. ------(○)
(자) 한 도체의 표면은 전위가 같기에 표면전하 밀도도 일정하다. ------(X)
(차) 두 개의 축전기를 병렬로 연결하면 등가전기용량은 두 축전기의 용량 중 작은 값보다 작다. ------(X)

- 아래 그림과 같이 $-9\mu C$ 과 $+4\mu C$ 의 전하가 모양과 크기가 같은 두 개의 작은 도체 조각에 대전되어 $x=0m$ 지점과 $x=1m$ 지점에 각각 놓여 있다. 도체는 매우 작아서 점전하처럼 생각할 수 있다. (15점, 난이도 하)



- (가) 양전하 q가 느끼는 알짜 힘이 0이 되는 위치를 구하시오. (5점)

$$\frac{-9}{x^2} + \frac{4}{(x-1)^2} = 0$$

$$\frac{x}{x-1} = \frac{3}{2} \quad x = 3m$$

- (나) 무한대 점을 제외하고 전위가 0이 되는 위치를 구하시오. (5점)

$$V(x) \propto \frac{-9}{|x|} + \frac{+4}{|x-1|} = 0.$$

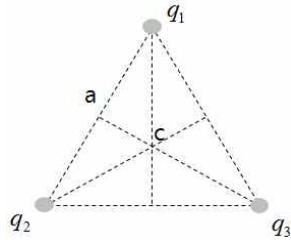
$x=9/13, 9/5 m$

- (다) 두 전하를 접촉했다가 다시 3m 거리로 떼어 놓는다면 두 전하사이의 작용하는 **전기력**은 얼마가 되겠는가?

(쿨롱상수는 $k=9 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2$ 로 계산하시오.)(5점)

$$-5 \mu C \text{를 둘로 나누어 가짐}$$

$$k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(2.5 \times 10^{-6})^2}{3^2} = 6.25 \times 10^{-3} N \text{ 척력}$$



- 위의 그림과 같이 한 변의 길이가 $a=2m$ 인 정삼각형의 꼭지점에 전하들이 배열되어 있다. 이들 전하들의 전하량은 각각 $q_1 = +2nC$, $q_2 = +2nC$, $q_3 = -3nC$ 이다.

(Coulomb 상수 $k_e = 9 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2$)

(15점, 난이도 중)

- (가) 정삼각형의 중심 c에서의 전위를 구하시오.

$$(\text{답}) \text{ 각 전하에서 c까지의 거리는 } x = \frac{a}{2\sin 60^\circ} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$V = k_e \frac{q_1}{x} + k_e \frac{q_2}{x} + k_e \frac{q_3}{x} = k_e \frac{\frac{\sqrt{3}}{a}}{1} (q_1 + q_2 + q_3)$$

$$= (9 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2) \times \frac{\sqrt{3}}{(2m)} (1 \times 10^{-9} C)$$

$$= \frac{9\sqrt{3}}{2} [N \cdot m / C = V]$$

- (나) 전하들이 위 그림과 같이 배열되어 있을 때의 전기위치에너지를 구하시오.

$$U = k_e \left(\frac{q_1 q_2}{a} + \frac{q_2 q_3}{a} + \frac{q_1 q_3}{a} \right)$$

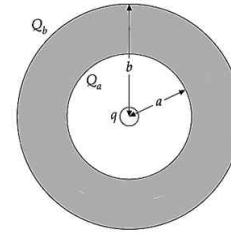
$$= (9 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2) \times \left(\frac{4}{2} - \frac{6}{2} - \frac{6}{2} \right) \times 10^{-18} C^2/m$$

$$= -3.6 \times 10^{-8} J$$

- (다) 그림과 같은 상태에서 네 번째 전하 $q_4 = 6nC$ 를 무한대의 위치로부터 c의 위치까지 가져올 때 해주어야 할 일을 구하시오.

$$U_c = qV = (6 \times 10^{-9} C) \times \frac{9\sqrt{3}}{2} V = 27\sqrt{3} J$$

- 대전되지 않은 속이 빈 도체 구 껍질의 내부 반지름은 a이고 외부 반지름은 b이다. 이 껍질의 중심에 양의 점전하 q가 있다. $r=\infty$ 에서 전위 $V=0$ 이라 가정한다. (20, 난이도 중)



- (가) 도체의 각 표면에서의 전하를 구하시오. (5점)

$$Q_a = -q, Q_b = q$$

- (나) $r>b$ 곳에서 가우스법칙을 이용하여 전기장을 구하시오. (5점)

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$Q_{in} = q + Q_a + Q_b = q$$

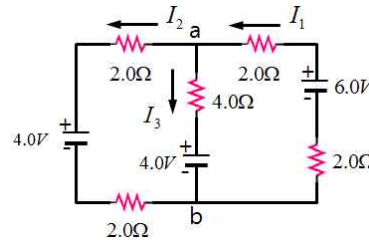
$$\vec{E}(r) = \frac{kq}{r^2} \hat{r}$$

- (다) $0< r < a$ 인 곳에서 전위를 구하시오. (5점)

$$V(r) = \frac{kq}{b} - \frac{kq}{a} + \frac{kq}{r}$$

- (라) 전 구간에 대해 전기력선을 그림에 그려 넣으시오. (5점)

- 아래 회로에 키르히호프법칙을 적용하여 답하시오. (난이도 상 15점)



- (가) 그림 1 회로에서 I_1, I_2, I_3 전류가 화살표 방향으로 흐른다고 가정했을 때 각각의 전류를 구하시오. (10점)

$$(\text{답})$$

$$\text{분기점 a : } I_1 - I_2 - I_3 = 0 \quad (1)$$

$$\text{왼쪽 고리 : } -2I_2 - 4 - 2I_2 + 4 + 4I_3 = 0,$$

$$\Rightarrow -I_2 + I_3 = 0 \quad (2)$$

$$\text{오른쪽 고리 : } -4I_3 - 4 - 2I_1 + 6 - 2I_1 = 0,$$

$$\Rightarrow 2I_1 + 2I_3 = 1 \quad (3)$$

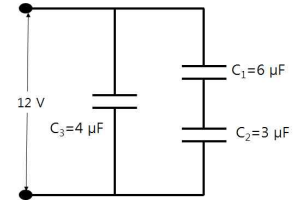
$$\Rightarrow I_1 = \frac{1}{3}, I_2 = \frac{1}{6}, I_3 = \frac{1}{6}$$

- (나) a와 b 사이의 전위차 $V_{ab} = V_a - V_b$ 는 얼마인가?

(5점)

$$V_{ab} = 4I_3 + 4 = \frac{2}{3} + 4 = \frac{14}{3} V$$

- 세 개의 축전기가 아래 그림과 같은 회로로 연결되어 있다. (15점, 난이도 상)



- (가) 이 회로의 등가 전기 용량을 구하시오. (5점)

$$C = \frac{1}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3}} + 4 = 6 \mu F$$

- (나) C_1 에 대전되는 전하량을 구하시오. (5점)

$$Q = CV,$$

$$Q_1 = Q_2; C_1 V_1 = C_2 V_2; V_1 + V_2 = 12$$

$$V_1 = 4V; V_2 = 8V$$

$$Q_1 = 24 \mu C$$

- (다) 위 회로에서 C_2 와 C_3 의 축전기를 각각 4Ω 의 저항값을 갖는 R_2 와 R_3 로 교체하였다. 충전하기 위해 단자전압 12V를 걸어준 순간에 R_2 에 흐르는 전류 값과 오랜 시간이 흐른 후 R_3 에 흐르는 전류 값을 구하시오. (5점)

$$\text{걸어준 순간: } C_1 \text{은 } 0\Omega \text{의 저항처럼 작용. } I_2 = 3A.$$

$$\text{오랜 시간 후: } C_1 \text{은 } \infty\Omega \text{의 저항처럼 작용. } I_3 = 3A.$$

