

물리2 및 실험 중간시험

학과 _____ 학번 _____ 이름 _____

학기: 2011년 2학기 일시: 2011. 10. 24. (월) 저녁 7:00-7:50

[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

점수

***아래의 모든 문제에서 필요하면 쿨롱상수는 $k=9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ 로 계산하시오.

1. 다음 문장 중 올바른 문장을 **모두** 고르시오. (10점, 난이도 하) (3, 5)

- ① 가우스 법칙에서 전기장 \vec{E} 는 단지 가우스 표면안 쪽의 전하에 의한 전기장이다.
- ② 전위를 가장 큰 비율로 증가하게 하려면 전기장에 수직으로 움직여야 한다.
- ③ 원통형 축전기에 걸린 전위가 20V에서 80V 증가되어도 전기용량은 변화가 없다.
- ④ 축전기를 병렬연결을 할수록 등가 전기용량은 작아진다.
- ⑤ 전기장선(전기력선)은 항상 전위가 감소하는 방향으로 향한다.

2. 모양과 크기가 같은 두 개의 작은 도체 조각이 각각 $+10\mu\text{C}$ 과 $-4\mu\text{C}$ 인 전하를 지니고 있다. 처음에 간격이 L 만큼 떨어져 있던 도체들을 가져다가 접촉시켜 전하를 재분배한 후 원래 간격인 L 만큼 다시 떼어놓는다. 도체는 매우 작아서 점전하처럼 생각할 수 있다. (10점, 난이도 하)

(가) 접촉 후 두 도체들 사이의 힘은 인력인가 척력인가? (5점. 답만 적을 것)

척력

(나) 접촉하기 전 둘 사이에 작용하는 힘의 크기를 $F_{\text{전}}$ 이라 하고 접촉한 후의 크기를 $F_{\text{후}}$ 라 할 때 두 힘 사이의 비율($F_{\text{전}}/F_{\text{후}}$)은 얼마인가? (5점)

40/9

3. 다음 물음에 답하시오.(10점, 난이도 중)

(가) 원점에 있는 $+6\mu\text{C}$ 의 점전하가 $+x$ 방향으로 12mN 의 힘을 받고 있다. 이 점전하가 놓인 지점에서 전기장의 크기는?(5점)

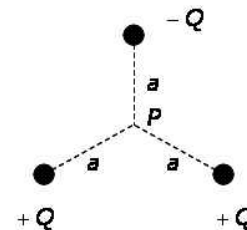
$$E = F/q = 12 \times 10^{-3} / 6 \times 10^{-6} = 2 \times 10^3 \text{ N/C}$$

(나) (가)의 전기장이 x 축에 놓인 $2\mu\text{C}$ 때문이라면 전하의 위치를 x 좌표로 답하시오.(5점)

전기장이 원점에서 오른쪽으로 가니까 전하의 위치는 원점의 왼쪽이다.

$$\frac{kq}{r^2} = 2 \times 10^2 \text{ 이므로 } r = \pm 3 \text{ 즉 답은 } x = -3\text{m 이다.}$$

4. 세 개의 전하가 아래 그림과 같이 정삼각형의 꼭지점에 배열되어 있다. 여기서 $Q=2\mu\text{C}$ 이고 $a=10\text{cm}$ 이다. (10점, 난이도 중)



(가) 무한대에서의 전위가 0 이라고 할 때, P점에 $-Q$ 전하를 갖다 놓으면 저장되는 정전포텐셜 에너지는 몇

$$\text{J 인가? (5점) } U = qV = (-Q) \left(\frac{kQ}{a} \right) = - \frac{kQ^2}{a}$$

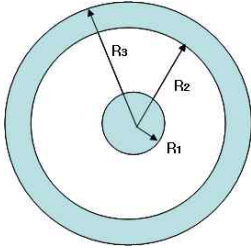
답 -0.36J

(나) 이때 P점의 $-Q$ 전하는 어느 방향으로 힘을 받는지 위 그림에 화살표로 표시하시오.(5점)

P점에서 아랫방향으로(그림은 생략했음)

5. 전체 전하가 $-6\mu\text{C}$ 을 지닌 도체구(반경

$R_1 = 5\text{ cm}$)가 $+9\mu\text{C}$ 을 지닌 **도체 구껍질**(내경 $R_2 = 10\text{ cm}$, 외경 $R_3 = 12\text{ cm}$)의 중심에 놓여있다.
(쿨롱상수는 $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, $\pi = 3$ 으로 계산하라.) (20점, 난이도 중)



(가) 구껍질 **안쪽** 면($r = R_2$)의 표면전하 밀도는 얼마

인가? (10점) $\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{6 \times 10^{-6}}{4\pi(0.1)^2} = 50\mu\text{C}/\text{m}^2$

(나) 가우스법칙 또는 전위를 이용하여 중심으로부터 11cm와 30cm 만큼 떨어진 점에서의 전기장을 각각 구하시오. ($\epsilon_0 = 1/4\pi k$ 이며, 구와 구껍질은 도체임을 이용하라.) (10점)

$$\phi = \int \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\text{inside}}}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{kQ_{\text{inside}}}{r^2} \text{ 이므로}$$

at $r=11\text{cm}$ 에서는 $Q=0$ 이므로 $E=0$ 이고

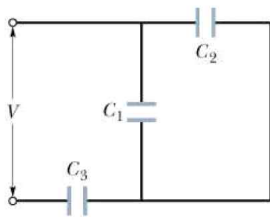
at $r=30\text{cm}$ 에서는

$$E = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-6}}{0.3^2} = 3 \times 10^5 \text{ N/C}$$

6. 아래 그림에서 $C_1 = 2\mu\text{F}$, $C_2 = 4\mu\text{F}$, $C_3 = 6\mu\text{F}$

이다. V 는 24V 전지에 연결되어 있다.

(20점, 난이도 상)



(가) 회로 전체의 등가전기용량을 구하시오. (5점)

$$\frac{1}{C_{eq}} = 1/C_3 + 1/(C_2 + C_1)$$

$$C_{eq} = 3\mu\text{F}$$

(나) $6\mu\text{F}$ (C_3) 축전기에 모아지는 전하량을 구하시오.

(5점)

C_3 에는 12V 가 걸리고

$$Q_3 = C_3 V_3 = Q = C_{eq} V \text{ 이므로 답 } 72\mu\text{C}$$

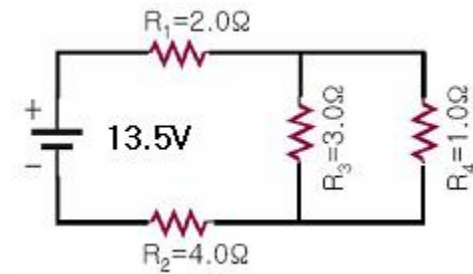
(다) $4\mu\text{F}$ (C_2)에 저장되는 에너지를 구하시오.(10점)

C_2 에는 12V 가 걸리므로

$$U = \frac{1}{2} C_2 V_2^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-6} \times 12^2 = 288 \times 10^{-6} = 288\mu\text{J}$$

7. 아래의 회로그림을 보고 물음에 답하시오.

(20점, 난이도: 상)



(가) 회로 전체의 등가 저항을 구하시오.(10점)

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + 1/(1/R_3 + 1/R_4) = \frac{27}{4} = 6.75\Omega$$

(나) $R_4 = 1.0\Omega$ 저항기에서 소모되는 전력을 구하시

오. (10점)

$V = IR_{eq}$ 에서 2A 이므로 $I_3 + I_4 = 2A$ 인데 $V=IR$ 에

서 I 는 R 에 반비례하므로 $I_4 = 1.5A$

$$P = I_4^2 R_4 = 9/4$$

답 9/4(또는 2.25)Watt