

# 물리2 및 실험 중간시험

학과 \_\_\_\_\_ 학번 \_\_\_\_\_ 이름 \_\_\_\_\_

학기: 2007년 2학기      일시: 2007. 10. 22. (월) 오후 5:50

[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

1. 모양과 크기가 같은 두 개의 작은 도체 조각이 각각  $+10\mu C$  과  $-4\mu C$  인 전하를 지니고 있다. 처음에 간격이  $L$  만큼 떨어져 있던 도체들을 가져다가 접촉시켜 전하를 재분배한 후 원래 간격인  $L$ 만큼 다시 떼어 놓는다. 도체는 매우 작아서 점전하처럼 생각할 수 있다. (25점, 난이도 하)

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

(나) 접촉 후 각 도체가 갖는 전하는 얼마인가? (5점)

$$Q = (10\mu C + (-4\mu C))/2$$

**각각  $3\mu C$**

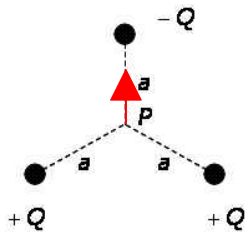
(다) 접촉 후 두 도체들 사이의 힘은 인력인가 척력인가? (5점. 답만 적을 것) **척력**

(라) 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? (10점)

$$F_{\text{전}}/F_{\text{후}} = (k(10\mu C \times 4\mu C)/L^2)/(k(3\mu C)^2/(L)^2)$$

**40/9**

2. 세 개의 전하가 아래 그림과 같이 정삼각형의 꼭지점에 배열되어 있다. (15점, 난이도 중)

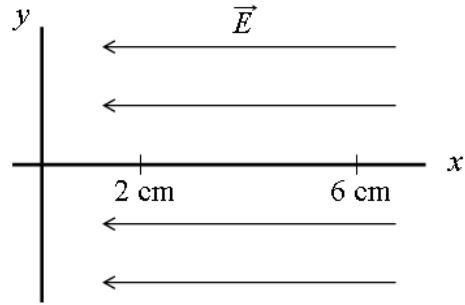


(가) 정삼각형의 중심점 P에서의 전기장 방향을 위의 그림 안에 화살표로 표시하시오. (5점)

(나) 무한대에서의 전위가 0이라고 할 때, P점에서의 전위를 구하시오. (10점)

$$V = \frac{kQ}{a} + \frac{kQ}{a} + \frac{k(-Q)}{a} = \frac{kQ}{a}$$

3. 다음 그림과 같이 일정한 전기장이 음의 x 축 방향으로 형성 되어있다. ( $\vec{E} = -4.5 \times 10^3 V/m \hat{i}$ ) (15점, 난이도 중)



(가) x축 위에서 원점으로부터 6cm 지점과 2cm 지점 사이의 전위차  $V_{6cm} - V_{2cm}$  는 음인지 양인지 간단한 이유와 함께 답하시오. (5점)

**양이다. 전기장이 향하는 쪽으로 전위가 낮아지므로**

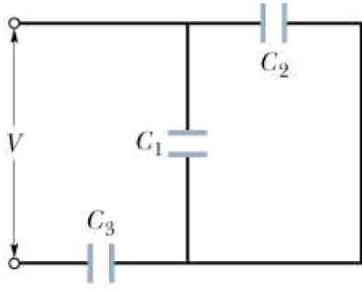
(나) 질량  $= 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$  이고 전하량이  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  인 양전하를  $x=4\text{cm}$ 에 정지시켰다가 가만히 놓았다. 양전하가 1cm 움직였을 때의 속도(크기, 방향)은 얼마인가? 중력은 무시하라. (10점)

$$q_0 V = \frac{1}{2} m v^2 \quad V = E d$$

$$v^2 = 2 q_0 E d / m$$

**답: 왼쪽(음의 x 축 방향으로) 으로  $4 \times 10^6 \text{ m/s}$**

4. 아래 그림에서  $C_1 = 2\mu F$ ,  $C_2 = 4\mu F$ ,  $C_3 = 6\mu F$ 이다.  $V$ 는  $24V$  전지에 연결되어 있다.  
(25점, 난이도 상)



- (가) 단자 사이의 등가 전기용량을 구하시오. (5점)

$$C_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{6\mu F} + \frac{1}{2\mu F + 4\mu F}} = 3\mu F$$

- (나)  $C_3$ 에 충전된 전하량을 구하시오. (5점)

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = Q = C_{eq} \times V$$

$$Q_3 = 3\mu F \times 24V = 72\mu C$$

- (다)  $C_2$ 에 걸리는 전압과 저장된 에너지를 구하시오.  
(10점)

$$V = V_1 (= V_2) + V_3$$

$$V_2 = V - \frac{Q_3}{C_3} = 24V - \frac{72\mu C}{6.00\mu F} = 12V$$

$$U = \frac{1}{2} C_2 V_2^2 = 288\mu J$$

- (라)  $C_3$  축전기에 유전상수( $\kappa$ )가 2인 유전체를 도체판 사이에 넣었을 때, 변화된  $C_3$ 의 값을 구하시오. (5점)

$$C'_3 = \kappa C_3 = 12\mu F$$

5. 두개의 금속 구 껍질이 중심이 일치하고 반지름은 각각  $a$ 와  $b$ 이다 ( $a < b$ ). 반지름  $a$ 인 안쪽 껍질은 전하  $Q$ 가 균일하게 대전되어 있고, 반지름  $b$ 인 바깥쪽 껍질은 전하  $-Q$ 가 균일하게 대전되어 있다.  
(20점, 난이도 상)

- (가) 안쪽 구 껍질의 표면전하 밀도  $\sigma$ 를 구하시오.  
(5점)

$$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{4\pi a^2}$$

- (나) 가우스 법칙을 이용하여 두 구 사이의 전기장의 크기를 중심으로부터의 거리  $r$ 의 함수로 구하시오.  
( $a < r < b$ ) (5점)

$$\Phi = \frac{Q}{\epsilon_0} = \oint_c \vec{E} \cdot d\vec{A} = E \times 4\pi r^2$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

- (다) 두 도체 구 사이의 전위차를 구하시오. (10점)

(힌트 :  $\int \frac{1}{r^2} dr = -\frac{1}{r}$ )

$$\Delta V = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_a^b \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} dr$$

$$= - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_a^b \frac{dr}{r^2} = - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) < 0$$

전위차는

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$$

또는

$$\Delta V = - \int_b^a \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_b^a \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} dr$$

$$= - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_b^a \frac{dr}{r^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) > 0$$