

# 물리 2 및 실험 중간시험

학과

학번

이름

점수

학기: 2013년 2학기

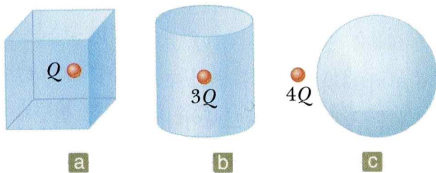
일시: 2013. 10. 22 (화) 오후 7:00~8:00

[학습성과 1 : 70%, 학습성과 4 : 30%]

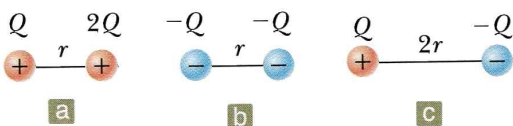
\*주의사항: 1. 특별한 지시가 없는 한, **모든** 주관식 문제의 풀이과정을 논리정연하게 보여야함  
2. 계산기는 쓰지 말 것 3. 뒷면에도 문제가 있음 4. 난이도는 주관적일 수 있음

- 다음 각각의 문장이 맞으면 ○, 틀리면 X로 표시하라. (각2점, 총30점, 난이도 중)
  - (가) 전기장 내에서 음전하는 전기장의 반대방향으로 힘을 받는다. ( ○ )
  - (나) 고정되어 있는 양전하와 음전하 사이에는 제3의 전하가 힘을 받지 않는 위치가 존재한다. ( X )
  - (다) 일정한 거리를 두고 고정되어 있는 두 양전하 사이에는 전기장이 0인 위치가 존재한다 ( ○ )
  - (라) 각 Q, -Q/2의 전하가 대전된 동일한 도체구를 접촉시킨 후 접촉전과 같은 거리로 두면 두 도체구 사이의 쿨롱 힘은 1/4배가 된다. ( 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) 전하가 일정하게 분포되고, 높이가 반지름의 두 배인 원통 내부의 전기장은 가우스법칙을 이용하여 구할 수 있다. ( X )
  - (아) 알짜전하가 0인, 속이 빈 도체의 빈 공간에 점전하 +Q를 넣으면 도체 바깥쪽 표면에 유도되는 총전하량은 도체의 모양이나 전하의 위치에 관계없이 +Q 이다. ( ○ )
  - (자) 전기장의 방향은 전기포텐셜 에너지가 감소하는 방향과 같다. ( X )
  - (차) 한 도체의 표면은 전위가 같기에 표면전하 밀도도 일정하다. ( X )
  - (카) 도체에 있는 알짜전하가 0이면 도체 표면의 모든 점에서 전하밀도는 0 이어야 한다. ( X )
  - (타) 정육면체의 표면에서의 전기장의 정보를 알면 원칙적으로 내부의 알짜전하량을 알 수 있다. ( ○ )
  - (파) 두 개의 축전지를 직렬로 연결하면 등가전기용량은 두 축전지의 용량 중 작은 값보다 작다. ( ○ )
  - (하) 축전지의 전기용량은 걸어준 전압에 비례한다. ( X )
  - (까) 축전기에 저장되는 전기에너지는 전압이 2배로 증가할 때 4배로 증가한다. ( ○ )

- 2a. 다음 그림에서 각 가우스 면을 통과하는 전기선속의 값을 큰 것부터 순서대로 나열하라. (5점, 난이도 하) ( b , a , c )

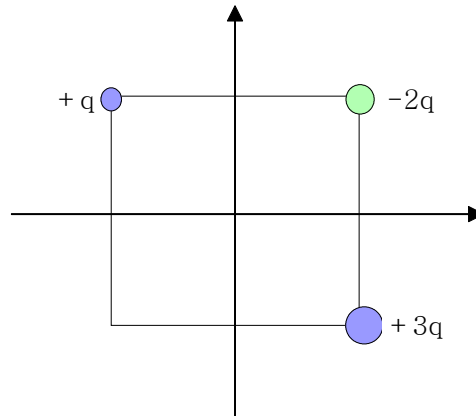


- 2b. 입자들이 다음과 같이 세 가지 형태로 놓여 있다. 전기 위치 에너지가 큰 것부터 순서대로 나열하라. (5점, 난이도 하) ( a , b , c )



- 위의 그림과 같이, 한 변의 길이가  $a = \sqrt{2}$  (단위는 m) 인 정사각형의 중심은 원점에 위치하고 각변은 x, y축에 평행하다. 각 모서리에 전하들이 위치하고 있고,  $q = 1nC$ , 즉, 좌상귀부터 시계방향으로  $q_1 = +1nC$ ,  $q_2 = -2nC$ ,  $q_3 = +3nC$  이다. (난이도 중, 15점)

(쿨롱상수  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2$  을 이용.)



- (가)  $q_2$ 가 다른 두 전하에 의해 받는 힘을 구하라.(단위벡터,  $\hat{i}, \hat{j}$ 를 이용하여 표현하라)[5점]

$$\vec{F} = \frac{-2kq^2}{a^2} \hat{i} + \frac{-6kq^2}{a^2} \hat{j} = \frac{-2kq^2}{a^2} (\hat{i} + 3\hat{j}),$$

$$= -9 \times 10^{-9} (\hat{i} + 3\hat{j}) N$$

- (나) 정 사각형의 중앙에서의 전위는 얼마인가? [5점]

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}, \quad V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left\{ \frac{(+1-2+3) \times 10^{-9} C}{1m} \right\}$$

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

$$= 18 V$$

- (다) 이 상태의 전기위치에너지는 얼마인가? [5점]

$$U_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq'}{r}, \quad U = U_{12} + U_{23} + U_{13}$$

$$U_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left\{ \frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} \right\}$$

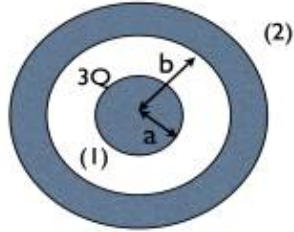
$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{(-2) + (-6)}{\sqrt{2}m} + \frac{(+3)}{2m} \right] \times 10^{-18} C^2$$

$$= (9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2) \left[ \frac{(-8)}{\sqrt{2}m} + \frac{(+3)}{2m} \right] \times 10^{-18} C^2$$

$$= \frac{(-72\sqrt{2} + 27)}{2} \times 10^{-9} N \cdot m$$

$$= \frac{(-72\sqrt{2} + 27)}{2} \times 10^{-9} J$$

4. 그림과 같이 가운데  $+3Q$ 의 전하량으로 대전된 도체가 있고,  $+Q$ 의 알짜전하를 가진 두께가 있는 도체 구 껍질이 이를 둘러싸고 있다. (15점, 난이도 상)



- 가) 구 껍질 안쪽 표면과 바깥쪽 표면에 각각 분포하는 전하량은 ?

구 껍질 안쪽 표면  $-3Q$

구 껍질 바깥쪽 표면  $Q+3Q = 4Q$

- 나) 그림에서 영역 (1)과 (2)에서 전기장의 세기를 Gauss 법칙을 써서 구하시오.

영역(1)

$$\oint \vec{E} \cdot \hat{n} dA = \frac{Q}{\epsilon_0} \quad \text{의 식에서}$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{3Q}{\epsilon_0} \quad E = \frac{3Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r^2} \text{ 이고,}$$

영역(2)에서는

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

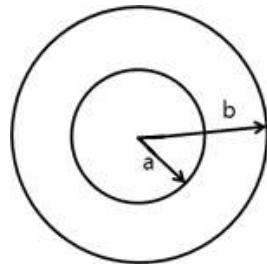
이다.

- 다) 만일 도체구 껍질이 접지된다면, 구 껍질 안쪽 표면과 바깥쪽 표면에 각각 분포하는 전하량은 어떻게 될까?

구 껍질 안쪽 표면  $-3Q$

구 껍질 바깥쪽 표면엔 0.

5. 반경  $a$ 인 얇은 도체 구껍질과 반경  $b$ 인 얇은 도체 구껍질로 이루어진 그림과 같은 구형 축전기가 있다. 두 개의 도체 구껍질은 각각  $+Q$ 와  $-Q$ 로 대전되어 있다. (난이도 상, 20점)



- (가) 이 구형 축전기의 두 개의 구껍질 사이의 전위차를 구하여라. (10점)

$$V = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l} = kQ \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$$

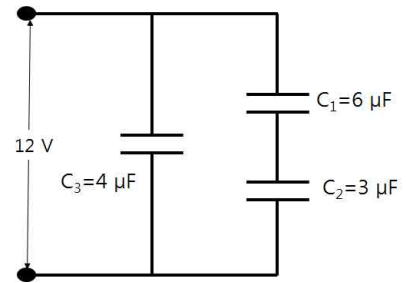
- (나) 이 축전기의 전기용량 상수  $C$ 를 구하시오. (5점)

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

- (다) 이 축전에 저장된 전기 에너지는 얼마인가? (5점)

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} kQ^2 \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$$

6. 세 개의 축전기가 아래 그림과 같은 회로로 연결되어 있다. (10점, 난이도 중)



- (가) 이 회로의 등가 전기 용량을 구하시오. (5점)

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

- (나)  $C_3$  축전기에 저장된 에너지를 구하시오. (5점)

$$U_3 = \frac{1}{2} C_3 V^2 = \frac{1}{2} 4 \mu F (12 V)^2 = 288 \mu J$$