

## 물리 2 및 실험 중간시험--답지

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

학기: 2009년 2학기                      일시: 2009. 10. 20 (화) 오후 6:00

[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

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.  
( 2, 3, 5 ) [20점, 난이도 하]

- ① 점전하로부터 거리  $r$  만큼 떨어진 곳에서의 전기력, 전기장, 전위는  $r^2$  에 비례한다.
- ② 점전하로부터 나오거나 점전하로 들어가는 전기장선(전기력선)의 수는 그 전하의 전하량에 비례한다.
- ③ 정전기적 평형 상태에서 도체 내부의 한 점과 도체 표면의 모든 점은 전위가 같다.
- ④ 닫힌 표면의 밖에 점전하  $q$  가 있을 때, 닫힌 표면을 통과하는 알짜 전기 선속은  $q$  에 비례한다.
- ⑤ 전기장선(전기력선)은 항상 전위가 감소하는 방향으로 향한다.

2.  $x$  축 위에서 0m 인 지점에  $-9\text{C}$  의 전하가 있고 1m 인 지점에  $+16\text{C}$  인 전하가 놓여 있다. [10점, 난이도 중]

(가) 무한대를 제외한  $x$  축의 어느 위치에서 이 두 전하에 의한 **전기장의 세기가 0이 되는가?**

**풀이**

$$F = k \frac{qq_1}{r_1^2} + k \frac{qq_2}{r_2^2} = 0$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{-\frac{q_1}{q_2}} = \sqrt{-\frac{-9}{16}} = \frac{3}{4}$$

**답  $x = -3 \text{ m}$**

(나)  $x = 3\text{m}$  에서 두 전하에 의한 전위는 얼마인가?

**풀이**

$$V = (9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2) \left( \frac{-9\text{C}}{3\text{m}} + \frac{16\text{C}}{2\text{m}} \right) = 4.5 \times 10^{10} \text{ V}$$

**답  $x = 4.5 \times 10^{10} \text{ V}$**

3. 다음 질문의 답들은 어떤 정수로 주어진다.  
[15점, 난이도 중]

(가) 전하  $q$  로부터 거리  $r$  만큼 떨어진 곳의 전기장의 세기는 전하  $2q$  로부터 거리  $2r$  만큼 떨어진 곳의 전기장 세기의 몇 배인가?

**풀이**

$$E = \frac{kq}{r^2} \text{ 에 의해서 } E' = \frac{2q}{(2r)^2} = \frac{1}{2} E$$

**답 2배**

(나) A점과 B점의 전위가 각각 2V, 4V이다. A점으로부터 B점까지 1C의 전하를 옮기는 데 필요한 일은 1J의 몇 배인가?

**풀이**

$$U = qV \text{ 이므로 } 2\text{J이 된다.}$$

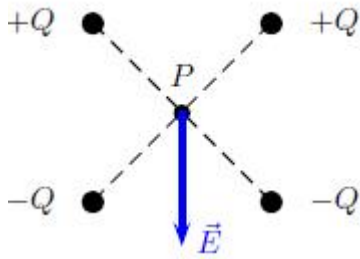
**답 2배**

(다) 어떤 구의 중심에 점전하가 놓여있다. 구 표면에서의 전기장은  $E$ 이고 구 표면을 관통하는 전기선속은  $\phi$ 이다. 구의 반지름을 반으로 줄였을 때, 새로운 구 표면에서의 전기장과 구 표면을 관통하는 전기선속의 크기를 구하라.

**풀이**

구의 중심에 있는 전하량은 변함이 없으므로 전기선속은 똑같다. 그러나 새로운 가우스면의 면적이 1/4로 줄어든 만큼 전기장의 크기는 4배가 된다.

4. 네 개의 점전하가 아래 그림과 같이 정사각형의 꼭지점에 위치하고 있다. (20점, 난이도 중)



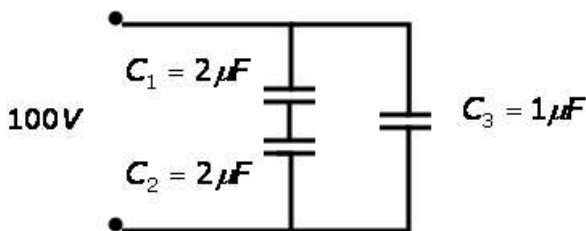
- (가) 사각형의 중심  $P$ 점에서의 전기장  $\vec{E}$ 와 전위  $V$ 에 대해서 다음 중 맞는 것을 고르라.(무한대에서의 전위는 0) ( e )
- (a)  $\vec{E} \neq 0, V > 0$  (b)  $\vec{E} \neq 0, V < 0$   
(c)  $\vec{E} = 0, V = 0$  (d)  $\vec{E} = 0, V > 0$   
(e) 위의 보기 중에 답이 없음

- (나) 위 그림의 정사각형의 한 변의 길이가  $L$  이라면 위의 그림의 전하들을 무한대로부터 가져와 그림과 같은 분포를 만드는데 드는 에너지 (정전에너지)는 얼마인가?

풀이

$$\begin{aligned}
 U &= \frac{1}{2} \sum q_i V_i \\
 &= \frac{1}{2} \times 2 \times \left[ Q \times \left( \frac{kQ}{L} + \frac{k(-Q)}{L} + \frac{k(-Q)}{\sqrt{2}L} \right) \right. \\
 &\quad \left. + (-Q) \times \left( \frac{kQ}{L} + \frac{k(-Q)}{L} + \frac{kQ}{\sqrt{2}L} \right) \right] \\
 &= -\frac{2}{\sqrt{2}} \frac{kQ^2}{L} = -\sqrt{2} \frac{kQ^2}{L}
 \end{aligned}$$

5. 3개의 축전기가 아래 그림과 같은 회로로 연결되어 있다. [15점, 난이도 중]



- (가) 이 회로의 등가 전기용량을 구하시오.

풀이

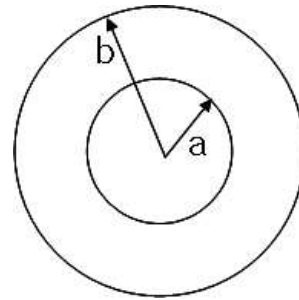
$$C_{eq} = \frac{1}{1/C_1 + 1/C_2} + C_3 = 2 \mu F$$

- (나)  $C_1$  축전기에 축적되는 전하량을 구하시오.

풀이

$$Q_1 = C_1 V_1 = (2 \mu F)(50 V) = 100 \mu C$$

6. 다음 그림과 같이 중심이 같고 반지름이 각각  $a$  와  $b$  인 두 개의 도체 구 껍질이 있다. ( $a < b$ ) 안쪽 구 껍질의 알짜전하는  $+Q$  이고 바깥쪽 구 껍질의 알짜전하는  $-Q$  이다. [20점, 난이도 상]



- (가) 구 껍질의 중심으로부터 거리  $r$  만큼 떨어진 한 점에서의 전기장을  $a < r < b$  과  $b < r$  인 두 경우에 대하여 Gauss 법칙을 이용하여 구하라.

풀이

Gauss 법칙을 이용하여

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

$$a < r < b: Q_{inside} = Q, EA = E4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

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

$$b < r: Q_{inside} = 0 \Rightarrow E = 0$$

- (나) 두 도체 구 껍질 사이의 전위차를 구하고, 그 결과를 이용하여 두 구 껍질로 이루어진 축전기의 전기용량을 구하라.

풀이

$$\Delta V = - \int_b^a \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$= -kQ \int_b^a \frac{dr}{r^2} = \frac{kq}{a} - \frac{kq}{b} \left( = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) \right)$$

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