

물리2 및 실험 중간 시험 풀이

학기 : 2006년 2학기

일시 : 2006. 10. 26.(목) 오후 5:50

[학습성과1: 70%, 학습성과4: 40%]

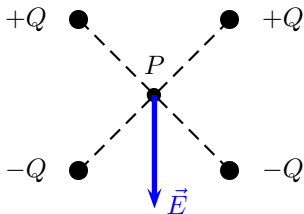
1. 두 개의 점전하 q_1 과 q_2 는 10 N의 반발력을 상대 전하에게 각각 미치고 있다. 둘 사이의 거리를 반으로 줄이면 반발력은 얼마가 되는가? [10점, 난이도 하]

$$F = \frac{kq_1q_2}{r_{12}^2} \Rightarrow r_{12} \text{가 } \frac{1}{2} \rightarrow F \text{가 } \boxed{4\text{배}}$$

2. x 축 위에 두 개의 전하가 놓여 있다. -9 C 이 $x = 0$ 에, 4 C 이 $x = 1\text{ m}$ 에 놓여 있다면, 무한대를 제외한 x 축 위의 어느 위치에서 양전하 q 가 느끼는 알짜 힘이 0이 되는지 구하라. [10점, 난이도 중]

$$\begin{aligned} F &= \frac{kqq_1}{r_1^2} + \frac{kqq_2}{r_2^2} = 0 \\ \Rightarrow \frac{r_1}{r_2} &= \sqrt{-\frac{q_1}{q_2}} = \sqrt{-\frac{-9}{4}} = \frac{3}{2} \\ \Rightarrow x &= \boxed{3\text{ m}} \end{aligned}$$

3. 네 개의 점전하가 아래 그림과 같이 정사각형의 꼭지점에 위치하고 있다. 사각형의 중심 P 점에서의 전기장 \vec{E} 와 전위 V 에 대해서 다음 중 맞는 것을 고르라. (무한대에서의 전위는 0) [10점, 난이도 하]

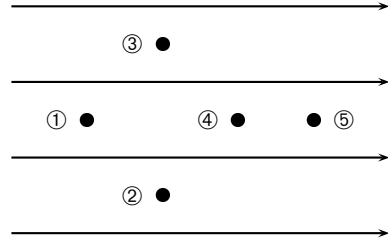


- ① $\vec{E} \neq 0, V > 0$ ② $\vec{E} \neq 0, V < 0$
 ③ $\vec{E} = 0, V = 0$ ④ $\vec{E} = 0, V > 0$

⑤ 위의 보기 중 답 없음

전기장은 위 그림의 화살표와 같고, 전위 $V = 0$

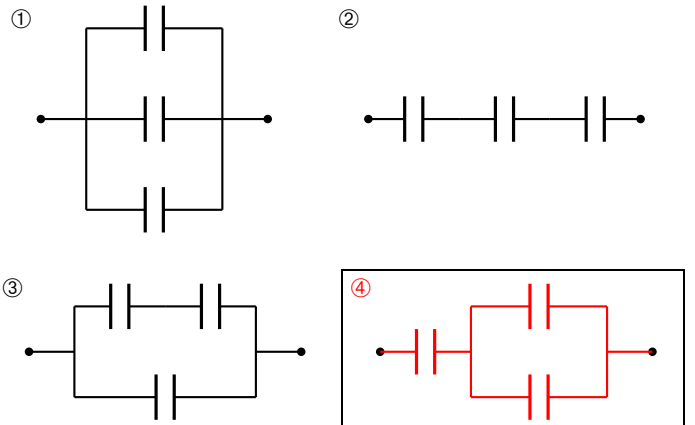
4. 아래 그림은 전기장선을 표현하고 있다. 다섯 개의 위치에서의 전위에 대해서 다음의 질문에 답하라. [15점, 난이도 하]



- (가) 전위가 같은 점들을 모두 고르라. (②, ③)
 (나) 전위가 가장 높은 점을 고르라. (①)
 (다) 전위가 가장 낮은 점을 고르라. (⑤)

전기장선 화살표의 꼬리쪽이 전위가 높음

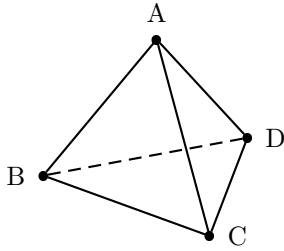
5. 각각의 전기용량이 3 pF인 세 개의 동일한 축전기를 사용하여 회로를 만들려고 한다. 다음 중 등가 전기용량이 2 pF인 회로를 고르라. [10점, 난이도 중]



- ⑤ 위의 보기 중 답 없음

$$\begin{aligned} C_4 &= \frac{1}{\frac{1}{C} + \frac{1}{C+C}} = \frac{1}{\frac{1}{3\text{ pF}} + \frac{1}{6\text{ pF}}} = \frac{1}{0.5\text{ pF}^{-1}} \\ &= 2\text{ pF} \end{aligned}$$

6. 각각 무한대의 거리만큼 떨어져 있던 네 개의 전하를 가져와서 그림과 같이 한 변의 길이가 L 인 정사면체의 네 개의 꼭지점에 놓는다고 하자. A와 B에는 양전하 $+q$ 를, C와 D에는 음전하 $-q$ 를 두는데 필요한 일을 구하라. [10점, 난이도 중]



$$W = U = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=i+1}^4 \frac{kq_i q_j}{L_{ij}} = 2 \frac{kq^2}{L} + 4 \frac{k(-q^2)}{L}$$

$$= -\frac{2kq^2}{L}$$

7. 반지름 a 인 속이 찬 도체 구를 반지름 b 인 속이 빈 도체 구껍질이 둘러싸고 있다 ($a < b$). 두 구의 중심은 일치하고, 내부의 구는 알짜 전하 $+q$, 외부의 구껍질은 알짜 전하 $-q$ 를 갖는다. [20점, 난이도 상]

- (가) 두 구의 사이에 놓여있는 한 점이 구 중심으로부터 거리 r 만큼 떨어져 있다고 할 때 ($a < r < b$), 그 점에서의 전기장을 구하라.

구대칭 때문에 전기장의 방향은 \hat{r} 의 방향이다.
반지름 r 인 구표면을 가우스 면으로 잡으면

$$\phi = 4\pi r^2 E = \frac{q}{\epsilon_0} \Rightarrow \vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r}$$

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

전기장이 원점에 점전하 q 가 놓였을 때와 같은 모양을 갖으므로 전위차는

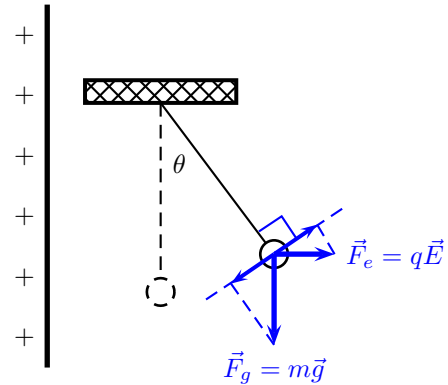
$$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 b}$$

* 또는 적분을 이용하면

$$V = \int_b^a \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 b}$$

$$C = \frac{q}{V} = \frac{4\pi\epsilon_0 ab}{b - a}$$

8. 단위면적당 표면전하 σ 가 ($\sigma > 0$) 분포되어 있는 무한히 넓은 벽면이 있는 공간에서의 전기장의 세기는 $E = 2\pi k\sigma = \sigma/(2\epsilon_0)$ 이다. 이 벽 앞에 질량 m 의 물체가 길이 L 인 줄에 매달려 있다. (중력가속도는 g) [15점, 난이도 상]



- (가) 이 물체에 양전하 q 를 대전시켰을 때 줄이 수직방향과 이루는 각도 θ 를 구하라. [10점]

물체가 평형상태에 있으므로 알짜 힘은 0.

알짜 힘의 성분 중 줄과 수직인 방향 성분은

$$F_e \cos \theta - F_g \sin \theta = 0$$

$$\Rightarrow \tan \theta = \frac{F_e}{F_g} = \frac{qE}{mg} = \frac{q\sigma}{2\epsilon_0 mg}$$

$$\Rightarrow \theta = \tan^{-1} \frac{q\sigma}{2\epsilon_0 mg}$$

- (나) 이 물체를 대전시키기 전과 후의 두 위치 사이의 전위차를 구하라. [5점]

$$\Delta V = E\Delta x = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} L \sin \theta$$

$$= \frac{\sigma L}{2\epsilon_0} \sin \left(\tan^{-1} \frac{q\sigma}{2\epsilon_0 mg} \right)$$

$$= \frac{\sigma L}{2\epsilon_0} \sqrt{\frac{(q\sigma)^2}{(q\sigma)^2 + (2\epsilon_0 mg)^2}}$$