

PART

10

전기장과 전위

PHYSICS CODE

최상위 0% 집단의 물리학 알고리즘 정리본

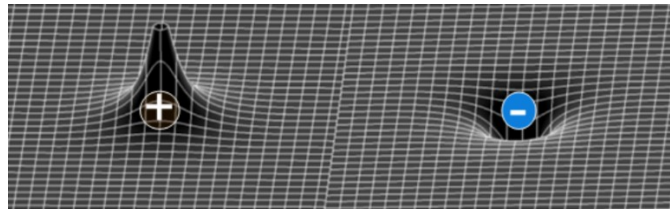
유형 1/6

#1 용어 정리

정리1 전기장과 전위

개념1 전기장의 의미

- ① 전하 주위에 다른 전하를 놓으면 두 전하 사이에는 전기력이 작용한다.
이는 전하가 주변 공간에 전기장을 만들기 때문이다. (중력장과 비슷하다.)
- ② 전기장은 전하뿐만 아니라 시간에 따라 변하는 자기장에 의해서도 생성된다.
(+) 전하는 위로 전기적 분포를 만들고, (-) 전하는 아래로 전기적 분포를 만든다.

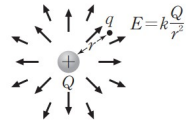


개념2 전기장의 정의

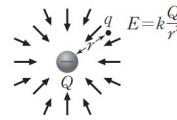
- ① 전기장의 정의
세기가 E 인 전기장 속에 전하량이 q 인 전하가 놓여있을 때, 전하가 받는 전기력의 크기는 다음과 같다.
 $\vec{F} = q\vec{E}$

② 점전하 주위의 전기장

$$E = \frac{F}{q} = k \frac{Q}{r^2}$$



양(+)전하 주위의 전기장



음(-)전하 주위의 전기장

개념3 전위와 전위차

① 전위

단위 양(+)전하가 가지는 전기력에 의한 퍼텐셜 에너지이다. (+)전하 쪽이 (-)전하 쪽보다 전위가 높다.
즉, 역학에서 단위 질량(1kg)이 갖는 위치 에너지와 같은 개념이다.
위치 에너지는 기준점이 있어야 의미가 있다. 즉, 2개의 전위가 있어야 물리학적으로 의미가 있다.
또한, 전위는 위치 에너지처럼 기준점에 따라 (-)의 값을 가질 수 있다. (스칼라 값도 음수가 될 수 있다.)

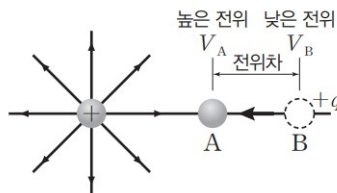
② 전위차의 정의

두 지점 사이의 전위의 차를 전위차 또는 전압이라고 한다.

$$\Delta V = Ed$$

③ 점전하가 주위의 전위

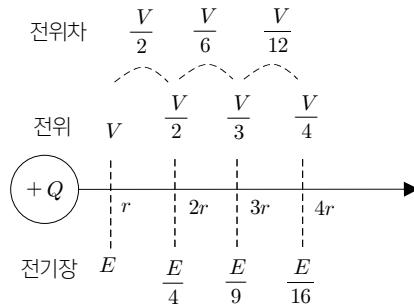
$$V = k \frac{q}{r}$$



정리2 전기장에 따른 물리량

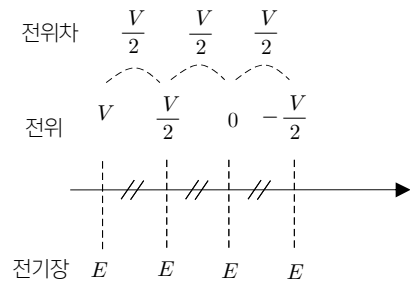
개념1 균일하지 않은 전기장

양(+)전하가 만드는 전위는 거리에 반비례해 점점 크기가 작아져 0으로 수렴하게 되고, 전기장은 거리의 제곱에 반비례해 점점 0으로 수렴하게 된다.



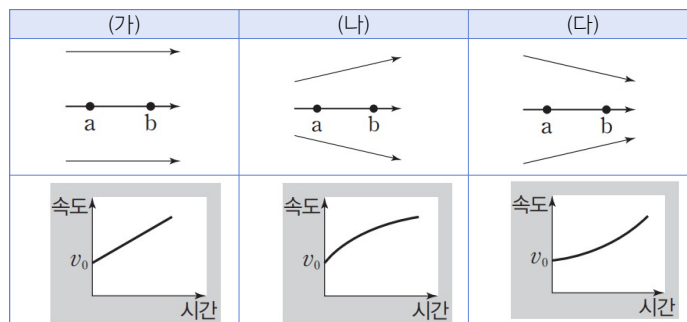
개념2 균일한 전기장

균일한 전기장에서는 각 지점에서 전기장의 크기가 동일하고, 전위차가 일정하다.



개념3 전기력선의 모습에 따른 양(+)전하의 속력

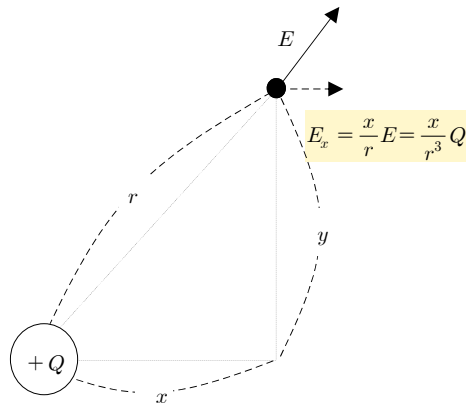
그림 (가)~(다)는 전기력선을 나타낸 것으로, 양(+)전하가 전기장의 방향으로 점 a를 v_0 의 속도로 통과하여 점 b로 이동한다. (가)~(다)에서 a, b 사이의 거리는 같다.



정리3 점전하가 만드는 성분 전기장

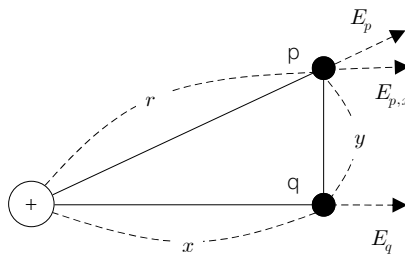
개념1 점전하가 만드는 성분 전기장

- ① 한 점전하가 만드는 x 축 전기장은 $E_x = \frac{x}{r^3} Q$ 이다.
- ② 한 점전하가 만드는 y 축 전기장은 $E_y = \frac{y}{r^3} Q$ 이다.



개념2 점전하가 두 점에 만드는 성분 전기장의 비

p 의 x 축에 작용하는 전기장과 q 에 작용하는 전기장의 비는 $\frac{E_{p,x}}{E_q} = \frac{x^3}{r^3}$ 를 만족한다.



유형 2/6

#2 전기력선

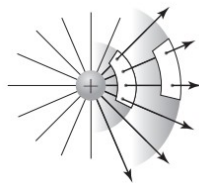
정리

개념1 전기력선

전기력선은 전기장을 시각화 한 것이다.

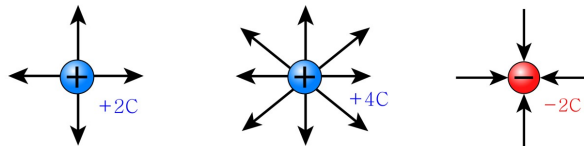
전기장에 있는 양(+전하)에 작용하는 전기력의 방향을 공간에 따라 3차원으로 연속적으로 연결한 선을 전기력선이라고 한다.

전기력선의 방향은 양(+전하)가 받는 전기력(전기장)의 방향과 같다.



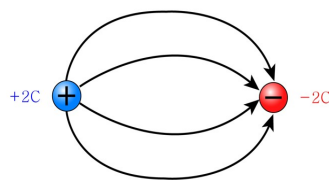
CASE1 전하에 따른 전기력선

- ① 전기력선의 개수는 전하량과 비례한다. ex) 전하량 2배이면 전기력선의 개수 2배이다.
- ② 양(+전하)는 발산하는 전기력선을 만든다.
- ③ 음(-전하)는 수렴하는 전기력선을 만든다.

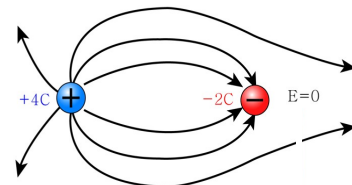


CASE2 두 전하가 만드는 합성 전기력선

- ① 전하량이 같을 때
+2C에서 나가는 전기력선의 수는
-2C로 들어가는 전기력선의 수와 같다.



- ② 전하량이 다를 때
+4C에서 나가는 전기력선의 수는
-2C로 들어가는 전기력선의 수의 2배이다.

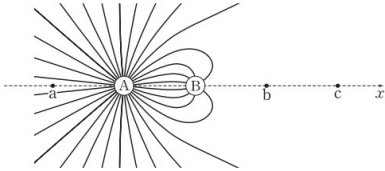


개념2 전기력선의 특징

- ① 양(+전하)에서는 나오는 방향, 음(-전하)에서는 들어가는 방향이다.
- ② 서로 교차하거나 도중에 갈라지거나 끊어지지 않는다.
- ③ 전기력선 위의 한 점에서 그은 접선의 방향이 그 점에서의 전기장의 방향이다.
- ④ 전기장에 수직인 단위 면적을 지나는 전기력선의 수(밀도)는 전기장의 세기(전하량)에 비례한다.

예제1

그림은 x 축에 고정되어 있는 점전하 A, B가 만드는 전기장의 전기력선을 방향 표시 없이 나타낸 것이다. 점 b에서 전기장은 0이고, 점 c에서 전기장의 방향은 $-x$ 방향이다. 두 점전하와 점 a, b, c는 각각 같은 거리만큼 떨어져 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 전하량의 크기는 A가 B보다 크다.
- ㄴ. A는 양(+)전하, B는 음(-)전하이다.
- ㄷ. a에서 전기장의 방향은 $-x$ 방향이다.

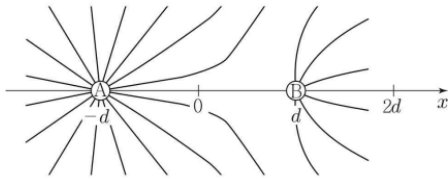
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설

- ㄱ. B는 전기력선을 전부 뺏겼다. 따라서 전하량의 크기는 $A > B$ 이다. (O)
- ㄴ. 점 c는 A의 영향력이 작용하는 곳이다. 따라서 A는 음(-)전하, B는 양(+)전하이다. (X)
- ㄷ. a에서 전기장의 방향은 $+x$ 방향이다. (X)

예제2

그림은 x 축상의 $x=-d$, $x=d$ 에 각각 고정된 점전하 A, B 주위의 전기력선을 방향 표시 없이 나타낸 것이다. x 축상의 $x=0$ 에서 전기장의 방향은 $-x$ 방향이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 전하량의 크기는 A가 B보다 크다.
- ㄴ. A는 양(+)전하이다.
- ㄷ. x 축상의 $x=2d$ 에서 전기장의 방향은 $+x$ 방향이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설

- ㄱ. B의 전기력선이 전부 밀려나있으므로 전하량의 크기는 $A > B$ 이고 부호는 동일하다. (O)
- ㄴ. $x=0$ 에서 전기장의 방향은 $-x$ 방향이므로 A와 B는 음(-)전하이다. (X)
- ㄷ. $x=2d$ 에서 전기장의 방향은 $-x$ 방향이다. (X)

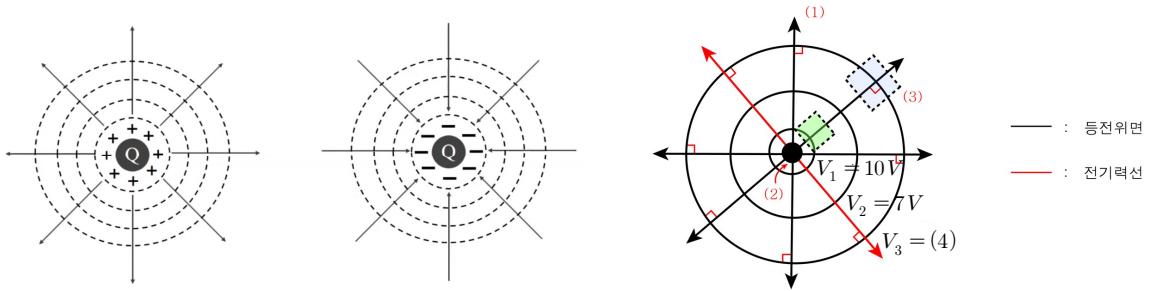
유형 3/6

#3 등전위면

정리

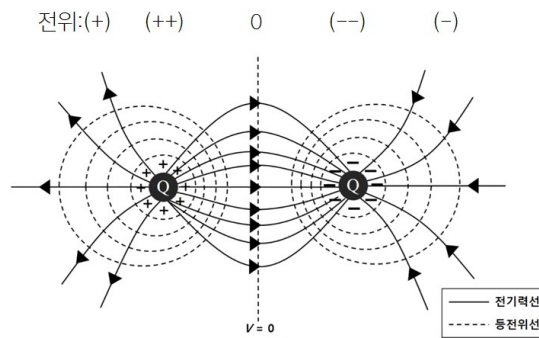
개념 등전위면

- ① 등전위면은 전위가 같은 지점을 연결한 것이다.
- ② 전기력선은 등전위면과 수직이다.



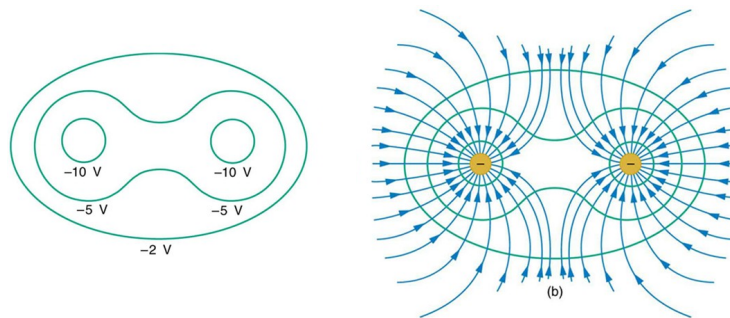
CASE1 부호가 반대일 때 등전위면

두 점전하가 만드는 등전위면은 **두 개의 타원**을 만든다.



CASE2 부호가 같을 때 등전위면

두 점전하가 만드는 등전위면은 **한 개의 타원**을 만든다.



예제1

다음은 등전위선과 전기력선을 그리는 실험이다.

[실험 과정]

(가) 그림과 같이

탐침을 옮겨
가며 전압계의
눈금값이 같은
지점들을 찾아

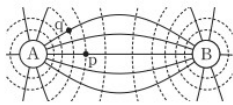
도체 종이 위에 표시한다.

(나) (가)에서 표시한 지점들을 연결한 선을 그린다.

(다) 전압계의 다른 눈금값에 대해 (가)~(나) 과정을 반복한다.

(라) (나)~(다)에서 그려진 선에 수직인 선(㉠)을 그린다.

[실험 결과]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. ㉠은 등전위선이다.
- ㄴ. p에서 전기장의 방향은 A→B 방향이다.
- ㄷ. p에서의 전위는 q에서의 전위보다 낮다.

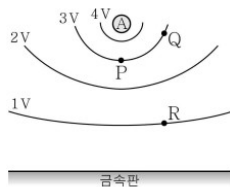
해설

- ㄱ. ㉠은 전기력선이다. (X)
- ㄴ. A는 고전위이고, B는 저전위이므로 전기장의 방향은 A→B 방향이다. (O)
- ㄷ. p에서의 전위는 q에서의 전위보다 낮다. (O)

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

예제2

그림은 금속판과 점전하 A 사이의 등전위선을 1V 간격으로 그린 모습을 나타낸 것이다. P, Q, R는 등전위선 위의 점이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. A는 양(+)전하이다.
- ㄴ. 전기장의 세기는 P에서가 R에서보다 크다.
- ㄷ. 전하량이 +1C인 전하를 P에서 Q로 이동시키는 동안 전기력이 하는 일은 0이다.

해설

- ㄱ. 근처 전위가 (+)이므로 A는 양전하이다. (O)
- ㄴ. $E = \frac{\Delta V}{d}$ 에 의해서 P에서 전기장이 R에서보다 크다. (O)
- ㄷ. $W = q\Delta V$ 에 의해서 전기력이 하는 일은 0이다. (O)

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

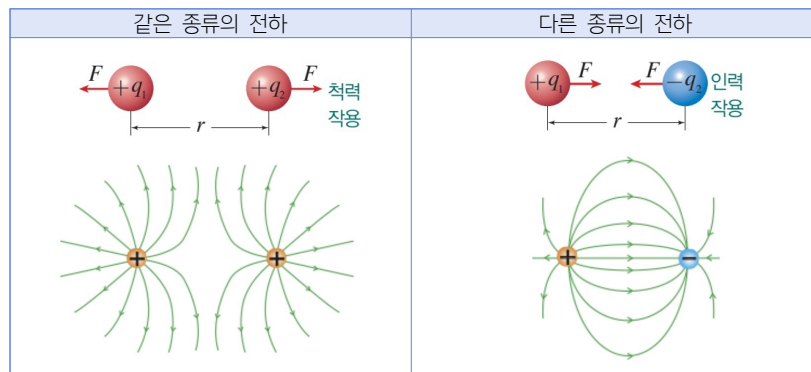
유형 4/6

#4 x축 전기장

정리1 전기력

개념1 전기력의 방향

- 같은 종류의 전하끼리 작용하는 힘은 척력이다.
- 다른 종류의 전하끼리 작용하는 힘은 인력이다.



개념2 전기력의 세기 (쿨롱 법칙)

진공에서 전기력의 세기는 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 이다. (단, 진공에서의 쿨롱 상수 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ [N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2]$)

Tip 변수 단순화

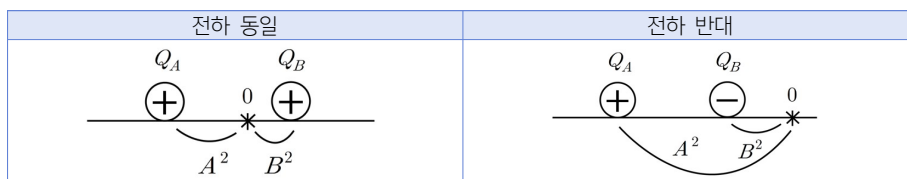
전하량이 $+3q$ 인 전하가 $x=0$ 에 고정되어 있고, 전하량이 $-5q$ 인 전하가 $x=2d$ 에 고정되어 있다.
전하량이 $+q$ 인 전하가 받는 전기력의 크기에 대해서 구해보자.

$q=1, d=1$ 로 잡으면 $F=8$ 이라고 쓸 수 있다.

정리2 전기장이 0이 되는 지점

개념1 전기장의 합이 0이 되는 지점

- 전하 동일 : 내부에서 전기장이 0이 되는 지점이 있다.
- 전하 반대 : 외부에서 전기장이 0이 되는 지점이 있다. (단, $\frac{Q_A}{r_{AB}} > Q_B$)



개념2 비율 정리

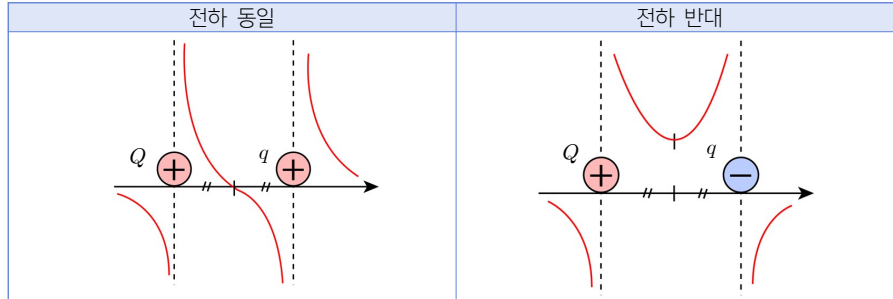
- 전하량의 비 제시 : $Q_A : Q_B$ 가 제시되면 $r_A : r_B = Q_B^2 : Q_A^2$ 이다.
- 거리의 비 제시 : $r_A : r_B$ 가 제시되면 $Q_A : Q_B = \sqrt{r_B} : \sqrt{r_A}$ 이다.

정리3 두 점전하가 만드는 전기장 그래프

개념1 전하량의 크기가 동일함

두 전하의 크기가 동일하다면 아래와 같은 성질이 있다.

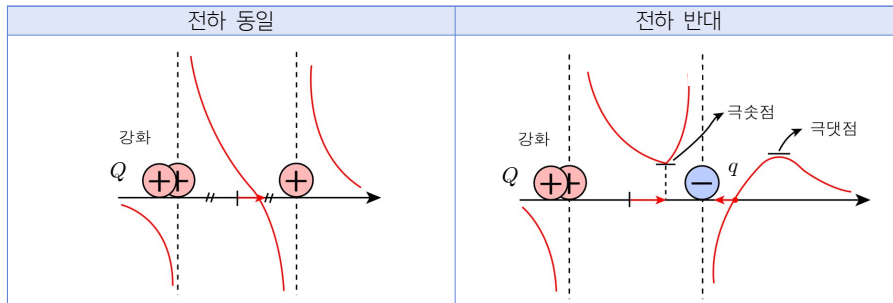
- ① 전하 동일 : 내부에서 전기장이 0이 되는 지점이 있다.
- ② 전하 반대 : 내부에서 전기장의 세기가 최소가 되는 지점이 있다.



개념2 전하량의 크기가 다름

두 전하의 크기가 다르다면 아래와 같은 성질이 있다.

- ① 전하 동일 : 내부에서 전기장이 0이 되는 지점이 전하량이 작은 쪽으로 당겨진다.
- ② 전하 반대 : 내부에서 전기장이 최소가 되는 지점이 전하량이 작은 쪽으로 당겨진다.
외부에서 전기장이 0이 되는 지점이 생기고, 전하량이 작은 쪽으로 당겨진다.



정리4 절대 크기 비교법

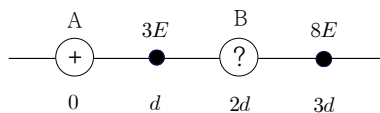
개념 절대 크기 비교법

한 전하로부터 동일하게 **대칭적으로 떨어져 있는 두 점**에 대해서 전하의 부호에 따라 다음의 내용을 만족한다.

(엄밀한 내용은 아니지만, 평가원에서 해설지를 작성할 때 내부가 외부보다 전기장이 커서 전하가 반대다. 라는 표현을 한다.)

- ① 전하 동일 : 외부의 전기장의 세기 > 내부의 전기장의 세기 (상쇄균)
- ② 전하 반대 : 외부의 전기장의 세기 < 내부의 전기장의 세기 (보강이균)

예시 그림과 같이 점전하 A와 B가 각각 $x=0$, $x=2d$ 에 고정되어 있다고 하자. 그리고 $x=d$ 에서 전기장의 세기는 $3E$ 이고, $x=3d$ 에서 전기장의 세기는 $8E$ 를 만족한다고 할 때 B의 부호와 A, B의 전하량을 비교해보자.



외부의 전기장이 내부의 전기장보다 세기가 더 크므로 B의 부호를 (+)라고 할 수 있다.

또한 외부의 전기장이 더 크므로 전하량이 $B > A$ 라고 생각하자.

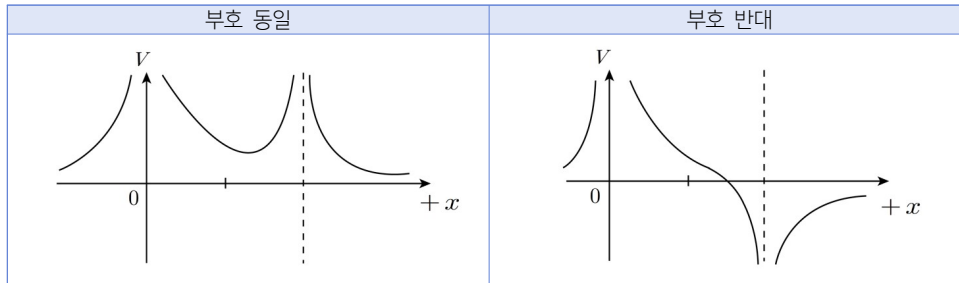
$x=d$ $B-A=3E$, $x=3d$ $B+\frac{A}{9}=8E$ 가 되고, $8B-8A=3B+\frac{1}{3}A$ 에서 $B=\frac{5}{3}A$ 가 된다.

정리5 전위 그래프

개념 전하량의 크기가 동일함

두 전하의 크기가 동일하다면 아래와 같은 성질이 있다.

- ① 전하 동일 : 내부에서 전위가 최소가 되는 지점이 있다.
- ② 전하 반대 : 내부에서 전위가 0인 지점이 있다.



Tip 전기장과 성질이 반대이다. (전기장 : 부호가 동일할 때 = 전위 : 부호 반대일 때)

Tip 전하량이 증가하면 내부의 지점은 밀려난다.

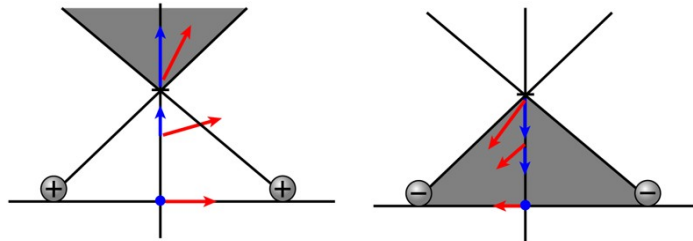
유형 5/6

#5 y축 전기장

정리1 두 전하에 의한 가운데 전기장

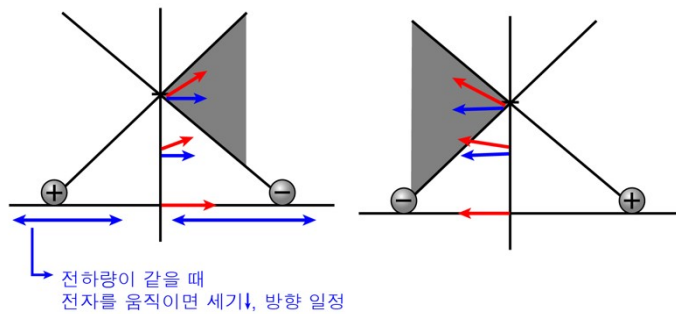
개념1 부호 동일

- 전하의 세기가 동일하면 가운데의 합성 전기장의 방향은 y 축 방향이다.
- 전하의 세기가 $A > B$ 이면 가운데의 전기장의 방향은 전하가 센 쪽의 영향을 따른다.



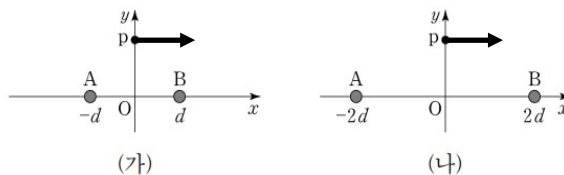
개념2 부호 반대

- 전하의 세기가 동일하면 가운데의 합성 전기장의 방향은 x 축 방향이다.
- 전하의 세기가 $A > B$ 이면 가운데의 전기장의 방향은 전하가 센 쪽의 영향을 따른다.



개념3 점전하의 이동에 따른 전기장의 방향

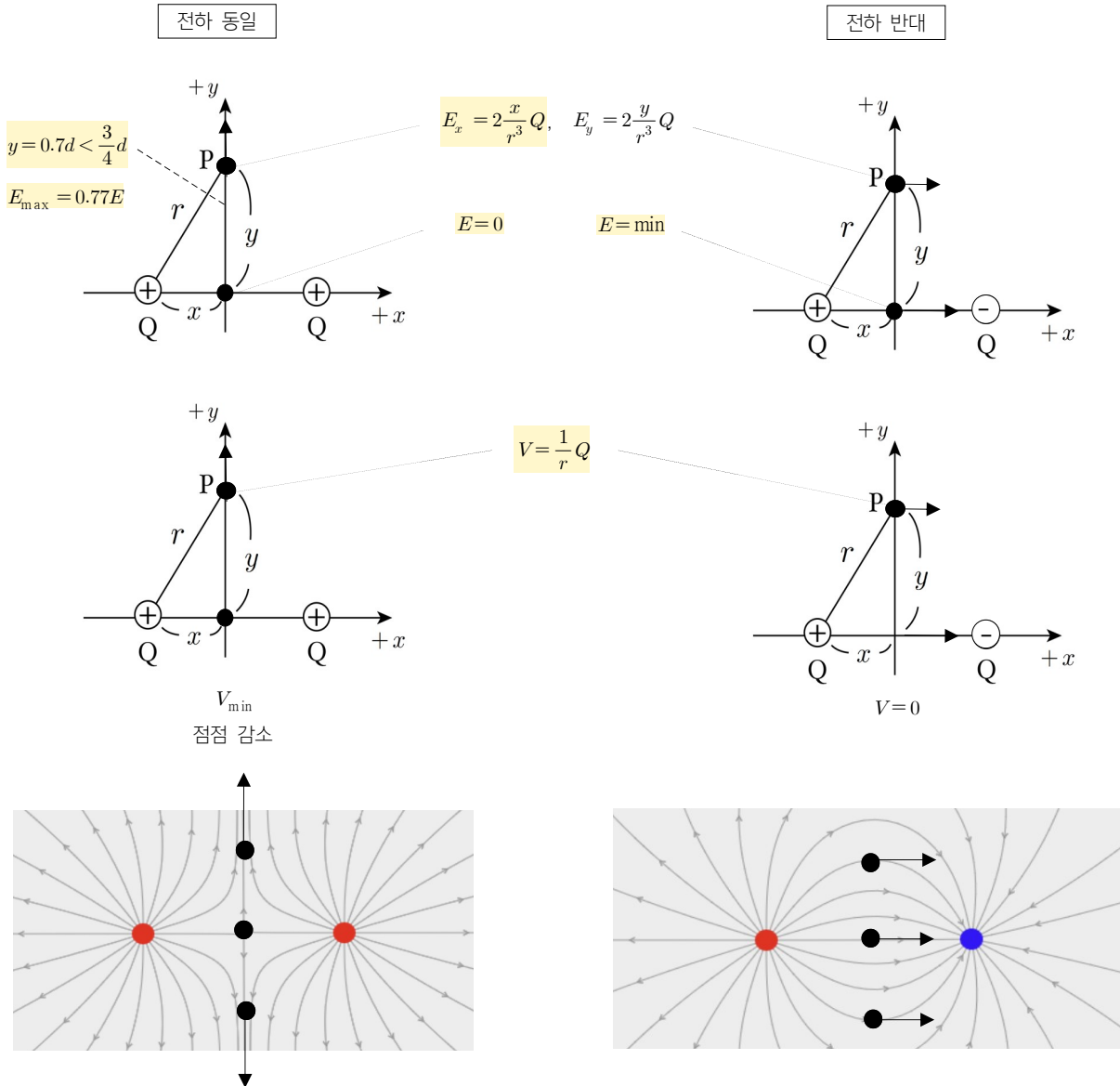
점전하를 같은 비율로 멀리해도 P에서 전기장의 방향은 유지가 된다.



개념4 전하량이 동일할 때 거리에 따른 전기장의 값

$x : y$	E_x	E_y
1 : 1	$E_x = E_y = \frac{1}{\sqrt{2}}$	
1 : 2	$E_x = \frac{2}{5\sqrt{5}}$	$E_y = \frac{4}{5\sqrt{5}}$

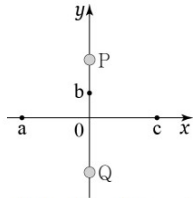
정리2 두 전하에 의한 가운데 전기장의 세부 분석



	전하 동일	전하 반대
전기장	특징1 $y=0$ 전기장의 세기는 0이다. 특징2 y축에서 멀어짐 ① $y=0.7d$에서 $E_{\max}=0.77E$이다. ② x축에 대해 대칭인 전기장의 세기가 동일하다. ③ x축에 대해 대칭인 전기장의 방향이 반대이다.	특징1 $y=0$ 전기장의 세기는 $E_{\min}$이다. 특징2 y축에서 멀어짐 ① 전기장의 세기는 점점 작아진다. ② x축에 대해 대칭인 전기장의 세기가 동일하다. ③ x축에 대해 대칭인 전기장의 방향이 동일하다.
전위	특징1 $y=0$ 전위의 세기는 $V_{\min}$이다. 특징2 y축에서 멀어짐 전위는 점점 작아진다.	특징1 $y=0$ 전위의 세기는 0이다. 특징2 y축에서 멀어짐 전위의 세기는 계속 0이다.

예제1

그림은 xy 평면의 원점으로부터 같은 거리만큼 떨어져 있는 점전하 P, Q로 이루어진 전기 쌍극자가 y 축에 고정되어 있는 모습을 나타낸 것이다. a, b, c는 x , y 축에 있는 점들이고, a에서 전기장의 방향은 $-y$ 방향이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. P는 음(-)전하이다.
- ㄴ. 전기장의 방향은 b에서와 c에서가 같다.
- ㄷ. 전위는 a에서가 b에서보다 높다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

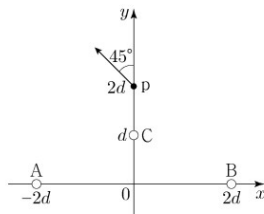
해설

전기 쌍극자란, 전하의 크기가 같고, 방향이 반대이다.
a에서 전기장의 방향이 $-y$ 이므로 P가 (+), Q가 (-)이다.

- ㄱ. P는 양(+) 전하이다. (X)
- ㄴ. b는 P가 양(+)전하이므로 전기장은 $-y$ 방향이다.
c에서 전기장의 대칭성 성질에 의해 $-y$ 방향이다. (O)
- ㄷ. x 축에 있는 점 a의 전위는 0이다. b는 P쪽에 있으므로 전위는 a에서가 b에서보다 낮다. (X)

예제2

그림과 같이 xy 평면에서 x 축상의 $x=-2d$, $x=2d$ 와 y 축상의 $y=d$ 에 점전하 A, B, C가 각각 고정되어 있다. A, B의 전하량의 크기는 q 로 같고, y 축상의 $y=2d$ 인 점 p에서 A, B, C에 의한 전기장의 방향은 y 축과 45° 를 이룬다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. A와 B의 전하의 종류는 같다.
- ㄴ. C는 양(+)전하이다.
- ㄷ. C의 전하량의 크기는 $\frac{\sqrt{2}}{4}q$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설

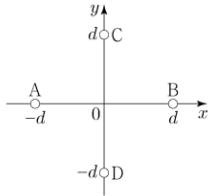
- ㄱ. p에서 전기장이 $-x$ 성분이 있으므로 A=(-) B=(+)이다. (X)
- ㄴ. C가 $+y$ 로 전기장을 만들어야하므로 양(+)전하이다. (O)

$$\text{ㄷ. } E_{AB, x} = \frac{1}{4\sqrt{2}} \text{ (거리가 } 2\text{이므로 전기장 세기는 } \frac{1}{4}\text{배이다.)}$$

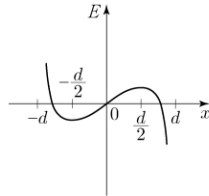
$$\text{따라서 } Q_c = \frac{\sqrt{2}}{8}q \text{이다. (X)}$$

예제3

그림 (가)와 같이 xy 평면에서 x 축상의 $x=-d$, $x=d$ 와 y 축상의 $y=d$, $y=-d$ 에 점전하 A~D가 각각 고정되어 있다. x 축상에서 A~D에 의한 전기장 E 의 방향은 x 축과 나란하다. 그림 (나)는 x 축상의 $-d < x < d$ 인 구간에서 E 를 x 에 따라 나타낸 것이다. E 의 방향은 $+x$ 방향이 양(+)이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. C와 D의 전하량의 크기는 같다.
- ㄴ. B는 음(-)전하이다.
- ㄷ. 전하량의 크기는 C가 A보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

해설

STEP 1. $x=0$

그래프에서 $E_x = 0$ 이므로 A와 B의 부호와 세기가 같다.

또한 전기장이 항상 x 축에 나란하므로 $E_y = 0$ 이다.

따라서 C와 D의 부호와 세기가 같다.

STEP 2. A, B 근처

A 근처에서 전기장이 $E_x > 0$ 이고, B 근처에서 전기장이

$E_x < 0$ 이므로 A, B는 (+)이다.

STEP 3. $x = \frac{d}{2}$

$E_x > 0$ 인 이유는 C와 D에 의해서이다.

따라서 C와 D도 (+)전하이다.

STEP 4. $x = \frac{3}{4}d$

CD가 만드는 전기장은 약 $0.77Q$ 이고, AB가 만드는

전기장은 $\frac{32}{9}Q$ 이다. 전기장이 0이되어야하므로 CD의 전하량은

AB보다 훨씬 크다.

ㄱ. (O)

ㄴ. (X)

ㄷ. (X)

정리3 두 전하에 의한 임의의 전기장

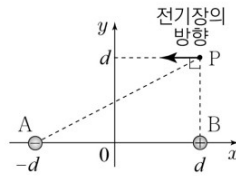
개념1 두 점전하가 만드는 전기장이 0이 됨 (같은 선상에 있음)

전기장의 방향이 x 축 방향을 가리키고 있다면 y 축에 대해서 전기장이 상쇄되어 다음을 만족한다.

① A, B의 부호는 반대이다.

② $\frac{Q_B}{Q_A} = \frac{y^3}{r^3}$ (멀리 떨어진 전하의 값이 더 크다.)

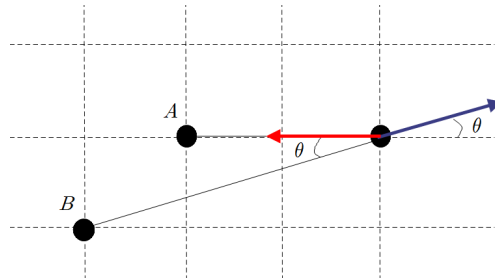
③ $Q_A = r^3$, $Q_B = y^3$ 으로 가정하면, $E_x = \frac{x}{r^3} Q_A = x$ 를 통해 $E_x = x$ 이다.



개념2 두 점전하가 만드는 전기장이 0이 됨 (같은 선상에 있지 않음)

전기장의 방향이 y 축 방향을 가리키고 있다면 x 축에 대해서 전기장이 상쇄되어 다음을 만족한다.

$Q_A : Q_B = \frac{r_A^2}{\cos\theta_A} : \frac{r_B^2}{\cos\theta_B}$ 를 만족한다. (단, $\cos\theta$ 는 상쇄된 축과 이루는 것이다.)

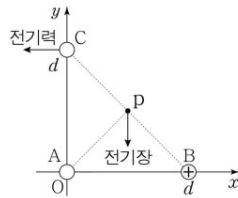


만약 $Q_A = \frac{r_A^2}{\cos\theta_A}$, $Q_B = \frac{r_B^2}{\cos\theta_B}$ 를 만족한다고 하면, y 축 전기장은 $\frac{Q_A}{r_A^2} \sin\theta_A + \frac{Q_B}{r_B^2} \sin\theta_B = \tan\theta_A + \tan\theta_B$ 가 된다.

$E_y = \tan\theta_A + \tan\theta_B$ (단, $E_x = 0$ 이고, $Q_A = \frac{r_A^2}{\cos\theta_A}$, $Q_B = \frac{r_B^2}{\cos\theta_B}$ 를 만족)

예제

그림과 같이 xy 평면에서 원점 O , x 축상의 $x=d$, y 축상의 $y=d$ 에 점전하 A , B , C 가 각각 고정되어 있다. 양(+전하인 B 의 전하량의 크기는 Q 이다. C 에 작용하는 전기력의 방향은 $-x$ 방향이고, A , B , C 로부터 같은 거리만큼 떨어진 점 p 에서 전기장의 방향은 $-y$ 방향이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. A 는 음(-)전하이다.
 ㄴ. B 에 작용하는 전기력의 방향은 $-y$ 방향이다.
 ㄷ. 전하량의 크기는 C 가 A 보다 Q 만큼 크다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설

STEP 1. C 의 분석

C 에서 전기력이 x 축이라면 A 는 B 와 반대인 (-)이다.

그리고 A 의 전하량은 y 축에 의하여 $\frac{q_A}{q_B} = \frac{y^3}{r^3} = \frac{1}{2\sqrt{2}}$ 이다.

전기장이 $-x$ 인데 전기력이 $-x$ 이므로 C 의 전하는 (+)가 된다.

STEP 2. p 의 분석

p 에서 $E_x = 0$ 을 만족한다. $\rightarrow B+A=C$

ㄱ. (O)

ㄴ. C 가 B 보다 전하량이 크다.

B 에서 F_{BC} 는 동일하지만 F_{AB} 로 감소했다.

따라서 B 에 작용하는 전기력의 방향은 $-y$ 는 아니다. (X)

ㄷ. (O)

유형 6/6

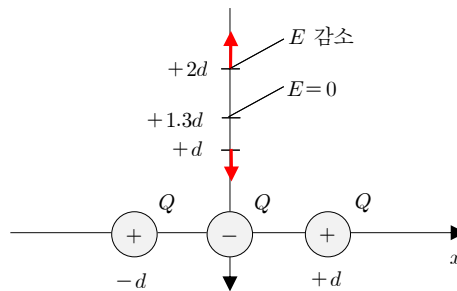
#6 세 개의 점전하(x축 점전하 조건)

정리1 세 전하의 크기가 동일

개념 세 전하의 크기가 동일

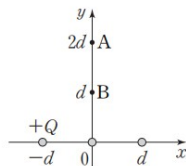
x 축 상에 전하가 각각 (+), (-), (+)이고, 전하량이 동일한 세 점전하가 있다고 하자.

- ① $x = 1.304d$ 부근에서 $E = 0$ 이 된다.
- ② $x = 1.997d$ 부근에서 전기장의 세기가 감소한다.



예제

그림과 같이 전하량의 크기가 같은 세 점전하가 x 축 상의 $x = -d$, 0 , d 인 점에 각각 고정되어 있고, $x = -d$ 에 있는 점전하의 전하량은 $+Q$ 이다. 점 A, B는 원점에서 각각 $2d$, d 만큼 떨어진 y 축 상의 점이다. B에서 전기장의 방향은 $-y$ 방향이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 원점에 있는 점전하의 전하량은 $-Q$ 이다.
- ㄴ. A에서 전기장의 방향은 $-y$ 방향이다.
- ㄷ. A와 B 사이의 y 축 상에 전기장이 0인 곳이 있다.

해설

B에 작용하는 전기장의 방향이 $-y$ 방향이다.
따라서 $x = d$ 에 있는 전하는 양(+)전하이고,
 $x = 0$ 에 있는 전하는 음(-)전하이다.

- ㄱ. 원점에 있는 전하량은 $-Q$ 이다. (O)
- ㄴ. $x = 1.99$ 에서 전기장의 방향은 변한다. (X)
- ㄷ. A와 B 사이의 y 축 상에서 $E = 0$ 인 곳이 있다. (O)

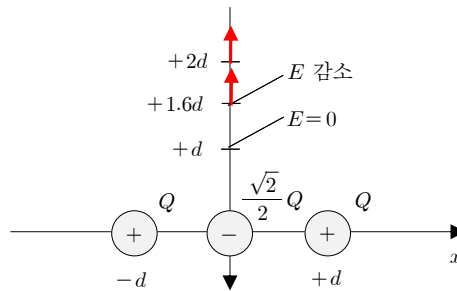
- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정리2 세 전하의 크기가 다름

개념 세 전하의 크기가 동일

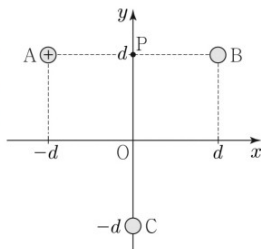
x 축 상에 전하가 각각 (+), (-), (+)이고, 전하량이 $1 : \frac{\sqrt{2}}{2} : 1$ 인 세 점전하가 있다고 하자.

- ① $x = d$ 에서 $E = 0$ 이 된다.
- ② $x = 1.601d$ 부근에서 전기장의 세기가 감소한다.



예제

그림과 같이 점전하 A, B, C가 각각 xy 평면에 고정되어 있다. 원점 O에서 전기장은 0이고, A는 양(+)전하이다. C의 위치는 y 축상의 $y = -d$ 이고, 점 P는 y 축상의 $y = d$ 인 점이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. B는 양(+)전하이다.
- ㄴ. P에서 전기장의 방향은 $+y$ 방향이다.
- ㄷ. 전하량의 크기는 A가 C보다 크다.

해설

A가 $+Q$ 이고 삼각형을 생각해보면,

B는 $+Q$ 고 C는 $+\frac{\sqrt{2}}{2}Q$ 이다.

ㄱ. (O)

ㄴ. AB의 합성 전기장은 0이고 C에 의존하므로 전기장의 방향은 $+y$ 방향이다. (O)

ㄷ. 전하량은 A가 C보다 더 크다. (X)

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ