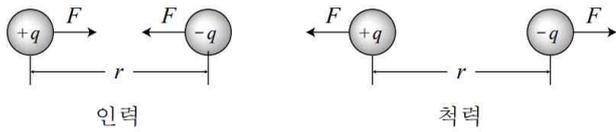


② 전기력(쿨롱법칙)

(1) 전기력

전하 사이에 작용하는 힘이다.



(2) 전기력의 종류

인력과 척력 두 종류가 있다. 다른 종류를 띤 전하들 사이에는 인력(서로 끌어당기는 힘)이 작용하고, 같은 종류를 띤 전하들 사이에는 척력(서로 미는 힘)이 작용한다.

(3) 전기력의 크기(쿨롱 법칙)

두 전하 사이에 작용하는 전기력의 크기는 두 전하의 전하량의 크기의 곱에 비례하고, 두 전하 사이의 거리의 제곱에 반비례한다. 전하량이 각각 q_1, q_2 인 두 점전하 사이의 거리가 r 일 때 두 점전하 사이에 작용하는 전기력의 크기 F 는 다음과 같다.

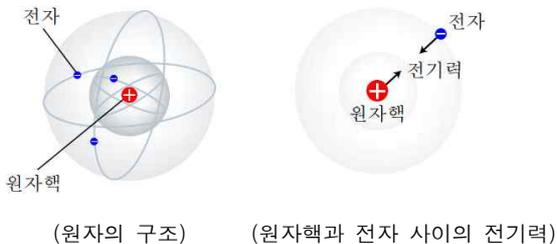
• 입자1,2에 작용하는 힘의 방향 : $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ (작용-반작용)

• 입자1,2에 작용하는 힘의 크기 : $F_1 = F_2 = k_e \frac{qQ}{r^2}$ [N]

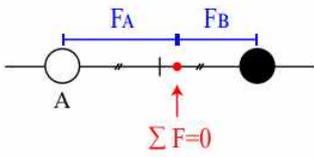
(4) 원자핵과 전자 사이에 작용하는 전기력

원자의 중심에는 양(+전하)을 띤 무거운 원자핵이 있고, 그 주위를 음(-)전하를 띤 전자가 돌고 있다. 원자핵은 양(+전하)을 띠고, 전자는 음(-)전하를 띠고 있으므로 원자핵과 전자 사이에는 서로 끌어당기는 전기력이 작용하여 전자가 원자핵 주위를 벗어나지 않고(원운동을 하며) 돌 수 있다.

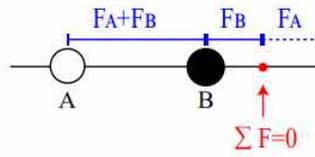
원자핵과 전자가 가까울수록 전자에 작용하는 전기력은 커진다.



③ 한점에서 $\sum F=0$ 을 제시



- ① A,B는 같은 부호
- ② $Q_A > Q_B$



- ① A,B는 다른 부호
- ② $Q_A > Q_B$

[풀이방법]

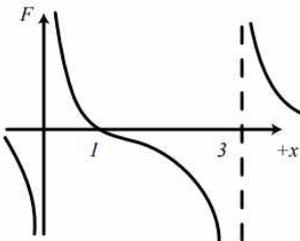
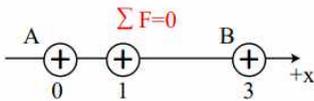
STEP 1. A,B의 부호를 찾는다.

STEP 2. A,B의 전하량(Q)의 크기를 찾는다.

STEP 3. 찾은 전하조건으로 쿨롱법칙을 사용하여 문제를 해결한다.

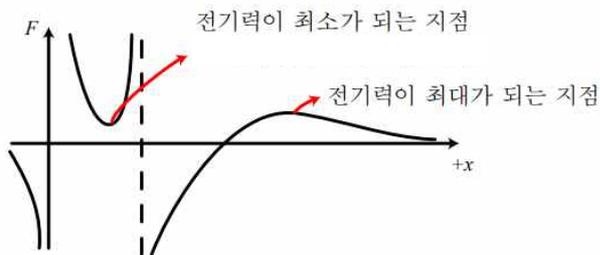
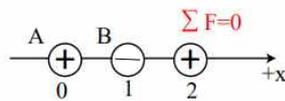
④ 전기력 그래프

[내부에서 $\sum F=0$]



* A의 전하량을 더 크게하면 내부에서 힘이 0이되는 지점은 B쪽으로 밀려난다.

[외부에서 $\sum F=0$]

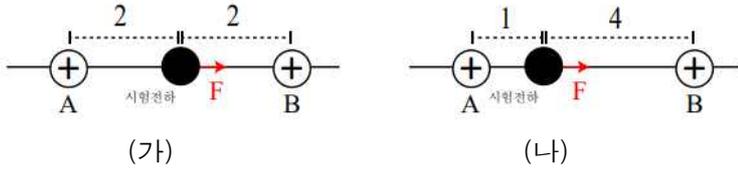


* A의 전하량을 더 크게하면 내부에서 힘이 최소가 되는 지점은 B쪽으로 밀려난다.

외부에서 힘이 0이되는 지점은 B쪽으로 끌려간다.

5 한점에서 $\sum F=0$ 을 안 준 문제(한점에서 작용하는 힘이 F 다.)

$\sum F=0$ 을 주지 않았으므로 대략적인 Q 를 1,2,... 등과 같이 잡아서 풀 수가 없다.
따라서 A가 시험전하에게 가하는 힘 f_A , B가 시험전하에게 가하는 힘 f_B 가 있다고 하면,
시험전하에게 작용하는 힘에 대하여 작성한다. $f_A + f_B = F$ 이렇게 식을 세워야 한다.



(가) $f_A - f_B = F$ (나) $4f_A - \frac{1}{4}f_B = 5F$

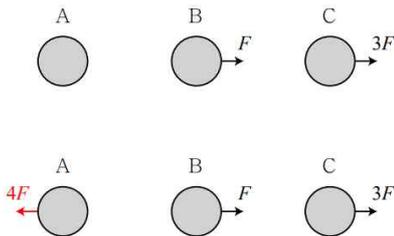
연립하면 $f_A = \frac{19}{15}F$, $f_B = \frac{4}{5}F$

[풀이방법]

힘에 대하여 방정식을 풀고, f_A, f_B 를 구한 다음에 문제를 해결한다.

6 계의 전체 힘

외부에서 봤을 때 계의 총 힘은 0이 되어야 한다. (계산해봐도 알 수 있다.)



7 도체구의 접촉(두 구는 동일하게 생겼다.)

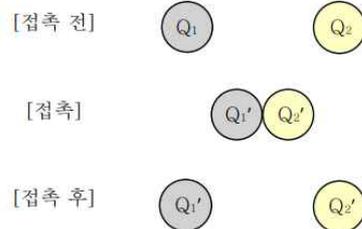
① 전하량 보존

$Q_1 + Q_2 = Q_{tot} = Q_1' + Q_2'$

② 접촉시키면 두 구의 전위차는 0이 된다.

$V = Ed = (\frac{F}{q})d = k\frac{Q}{d} \rightarrow k\frac{Q_1'}{d} = k\frac{Q_2'}{d} \rightarrow Q_1' = Q_2'$

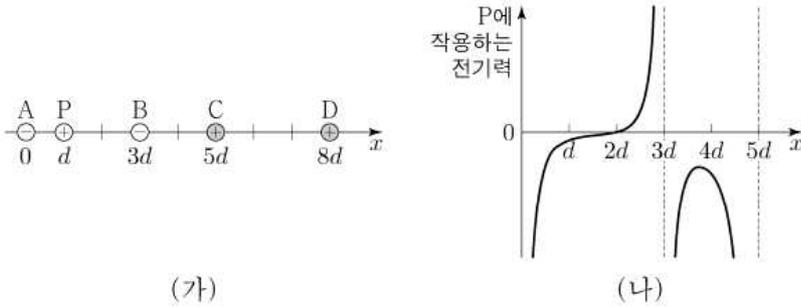
$\therefore Q_1' = Q_2' = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$



CASE 1. 한점에서 $\sum F=0$ 을 제시

[2022년 수능 19번]

19. 그림 (가)와 같이 x 축상에 점전하 A~D를 고정하고 양(+),전하인 점전하 P를 옮기며 고정한다. A, B는 전하량이 같은 음(-)전하이이고 C, D는 전하량이 같은 양(+),전하이이다. 그림 (나)는 P의 위치 x 가 $0 < x < 5d$ 인 구간에서 P에 작용하는 전기력을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. $x=d$ 에서 P에 작용하는 전기력의 방향은 $-x$ 방향이다.
 ㄴ. 전하량의 크기는 A가 C보다 작다.
 ㄷ. $5d < x < 6d$ 인 구간에 P에 작용하는 전기력이 0이 되는 위치가 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

STEP 1. 전기력이 최소가 되는 지점

A,B와 C,D는 부호가 서로 다르므로 내부에는 전기력이 최소가 되는 지점이 있다.
 전하량이 서로 같다면, $x=4d$ 에서 전기력이 최소가 되어야 하지만, 왼쪽으로 밀린것으로 보아 $q < Q$ 이다. (단, $q = Q_A = Q_B$, $Q = Q_C = Q_D$)

STEP 2. A,B 내부에 힘이 0이되는 지점($x=2d$)

C,D가 없었다면, 내부에 힘이 0이되는 지점은 $x=1.5d$ 가 되어야만 한다.
 C,D에 의한 힘은 왼쪽이므로 A의 전하량이 증가한 것과 비슷한 효과이다. (그래서 $0.5d$ 밀렸다.)

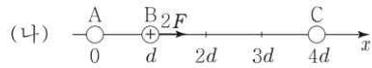
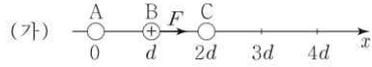
STEP 3. C,D 내부에 힘이 0이되는 지점

A,B가 없었다면, 내부에 힘이 0이되는 지점은 $x=6.5d$ 가 되어야만 한다.
 A,B에 의한 힘은 왼쪽이므로 D의 전하량이 증가한 것과 비슷한 효과이다.
 하지만 이때 $q < Q$ 이므로 미는 힘은 STEP 2.보다 작을 것이다.
 정리하면 $0.5d$ 보다 조금만 밀릴 것이다.
 따라서 C,D 사이에 힘이 0이되는 지점은 $6d < x < 6.5d$ 이다.

CASE 2. 한점에서 $\sum F=0$ 을 안 준 문제(한점에서 작용하는 힘이 F 다.)

[2021년 4월 19번]

19. 그림 (가)와 같이 점전하 A, B, C가 각각 $x=0, x=d, x=2d$ 에 고정되어 있다. 양(+)전하 B에는 $+x$ 방향으로 크기가 F 인 전기력이 작용한다. 그림 (나)와 같이 (가)의 C를 $x=4d$ 로 옮겨 고정시켰더니 B에는 $+x$ 방향으로 크기가 $2F$ 인 전기력이 작용한다.



A와 C의 전하량의 크기를 각각 Q_A, Q_C 라 할 때, $\frac{Q_A}{Q_C}$ 는? [3점]

- ① $\frac{10}{9}$ ② $\frac{13}{9}$ ③ $\frac{5}{3}$ ④ $\frac{17}{9}$ ⑤ $\frac{20}{9}$

(가)
 $f_A + f_C = F$

(나)
 $f_A + \frac{1}{9}f_C = 2F$

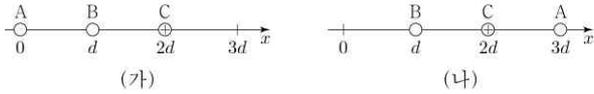
이를 연립하면, $\frac{8}{9}f_C = -F \rightarrow f_C = -\frac{9}{8}F \rightarrow f_A = \frac{17}{8}F$

$\therefore \frac{Q_A}{Q_C} = \frac{17}{9}$

CASE 3. 추론형 문제(전수 조사)

[2022년 9월 19번]

19. 그림 (가)는 점전하 A, B, C를 x 축상에 고정시킨 것으로 양(+전하)인 C에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$ 방향이다. 그림 (나)는 (가)에서 A의 위치만 $x=3d$ 로 바꾸어 고정시킨 것으로 B, C에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$ 방향으로 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

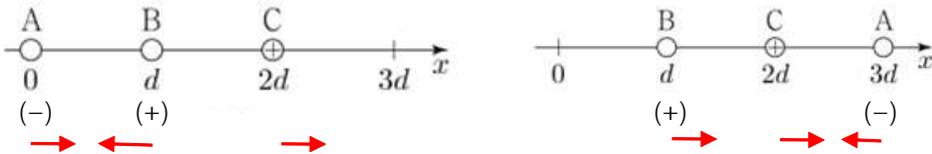
- <보 기>
- ㄱ. A에 작용하는 전기력의 방향은 (가)에서와 (나)에서가 서로 같다.
 - ㄴ. 전하량의 크기는 B가 C보다 크다.
 - ㄷ. (가)에서 B에 작용하는 전기력의 크기는 (나)에서 C에 작용하는 전기력의 크기보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

STEP 1. 부호 결정하기

- A B
- (+), (+) → (가) O, (나) A에서 모순
 - (+), (-) → (가) O, (나) C에서 모순
 - (-), (-) → (가) X
 - (-), (+) → (가) O (나) O

STEP 2. 세기 결정하기



(가) 외부에 있는 C가 받는 힘이 B의 영역 안에 있으므로, $4Q_B > Q_A$ 이다.
 (나) 외부에 있는 B가 받는 힘이 A의 영역 안에 있으므로, $Q_A > 4Q_C$ 이다.

- ㄱ. (X)
- ㄴ. (O)
- ㄷ. (가)-B : $f_{AB} + f_{CB}$
 (나)-C : $f_{AC} + f_{CB}$
 따라서 두 힘을 비교하는 것은 f_{AB} vs f_{AC} 가 되는데 거리와 A의 전하량은 불변이고, $Q_B > Q_C$ 이므로 $f_{AB} > f_{AC}$ 이다. (O)

CASE 4. 추론형 문제(조건을 통해 생각)

[2023년 수능 19번]

19. 그림 (가)는 점전하 A, B, C를 x 축상에 고정시킨 것으로 A, B에 작용하는 전기력의 방향은 같고, B는 양(+)
전하이다. 그림 (나)는 (가)에서 $x = 3d$ 에 음(-)
전하인 점전하 D를 고정시킨 것으로 B에 작용하는 전기력은 0이다. C에 작용하는 전기력의 크기는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.



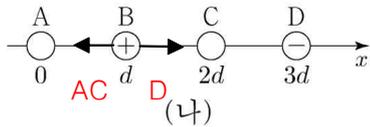
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

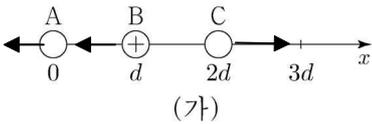
ㄱ. (가)에서 C에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$ 방향이다.
 ㄴ. A는 음(-)전하이다.
 ㄷ. 전하량의 크기는 A가 C보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

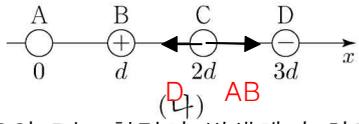
조건1) (나) B에 작용하는 전기력은 0이다.



조건2) (가) A와 B에 작용하는 전기력의 방향은 같다.



조건3) C에 작용하는 전기력의 크기는 (가) > (나)



C와 D는 척력이 발생해야 하므로, C는 (-)전하이다.
 (가)에서 B가 왼쪽으로 힘을 받으므로 A는 (-)전하이다. 전하량은 $A > C$ 이다.
 C가 오른쪽으로 힘을 받으므로 A가 B보다 전하량이 크다.

- ㄱ. (O)
 ㄴ. (O)
 ㄷ. (O)