



전기장과 정전기 유도

차례

Part 1 · 개념 정리	1
전기장과 전기력선	1
정전기 유도와 유전 분극	8
Part 2 · 기본문제	14
Part 3 · 심화문제	17
Part 4 · 정답과 해설	22
개념 체크 정답	22
기본문제 해설	22
심화문제 해설	25

Part 1 · 개념 정리

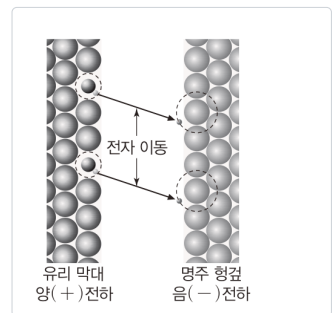
1 전기장과 전기력선

(1) 쿨롱 법칙

- ① **전하**: 모든 전기 현상의 근원으로, 양(+)전하와 음(-)전하가 있다. 전하의 흐름을 **전류**라고 한다.
- ② **전하량**: 물질이 가지고 있는 전하의 양을 전하량이라고 하며, 전하량의 단위는 C(쿨롱)을 사용한다.
- 1 C: 도선에 1 A의 전류가 흐를 때 1초 동안 도선의 한 단면을 지나가는 전하량이다.
- ③ **기본 전하량**: 전하량은 일반적으로 전자나 양성자의 전하량의 정수배가 되는 불연속적인 값만 갖는다. 전자나 양성자의 전하량의 크기를 기본 전하량이라고 하며, e 로 표시한다.
- 기본 전하량 $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$
- ④ **대전체**: 보통 물체는 양(+)전하와 음(-)전하의 양이 같아 전기적으로 중성을 띠고 있지만 전하의 이동에 의하여 양(+)전하나 음(-)전하를 띠게 된 물체를 대전체라고 한다. 물체가 전기를 띠는 현상을 **대전**이라고 한다.

- ⑤ **마찰 전기**: 서로 다른 재질의 두 물체를 마찰시켰을 때 전자가 에너지를 얻어 이동하면 각 물체는 전기를 띠게 되는데, 이것을 마찰 전기라고 한다. 이때 전자를 잃은 물체는 양(+)전하를 띠게 되고, 전자를 얻은 물체는 음(-)전하를 띠게 된다.

예 유리 막대와 명주 헝겊을 마찰시키면, 유리 막대에서 명주 헝겊 쪽으로 전자가 이동하여 유리 막대는 양(+)전하를 띠고 명주 헝겊은 음(-)전하를 띤다.



- ⑥ **전기력**: 전하와 전하 사이에 상호 작용하는 힘을 말하며, 양(+)전하와 양(+)전하 또는 음(-)전하와 음(-)전하 사이에는 밀어내는 방향으로 전기력이 작용하고, 양(+)전하와 음(-)전하 사이에는 끌어당기는 방향으로 전기력이 작용한다.

핵심 정리 전하: 모든 전기 현상의 근원으로, 양(+)전하와 음(-)전하가 있다. 대전: 물체가 전하의 이동으로 전기를 띠게 되는 현상이다.

개념 체크 A 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. 전기적으로 중성인 물체가 전하의 이동에 의하여 양(+)전하나 음(-)전하를 띠게 되는 현상을 _____ 이라고 하고, 전하를 띠게 된 물체를 _____ 라고 한다.
2. 양(+)전하와 양(+)전하 또는 음(-)전하와 음(-)전하 사이에는 서로 (당기는 , 밀어내는) 전기력이 작용한다.
3. 양(+)전하와 음(-)전하 사이에는 서로 (당기는 , 밀어내는) 전기력이 작용한다.

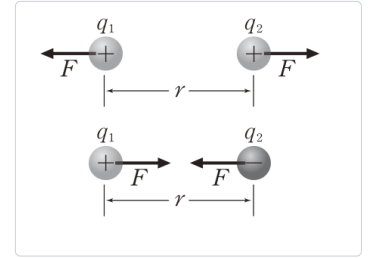
과학 돋보기

전기 현상과 자기 현상의 발견 및 발전 과정

- 중국 문헌에 따르면 자기 현상은 이미 기원전 2000년경에 관찰되었으며, 고대 그리스에서도 기원전 700년경에 전기와 자기 현상을 관찰하였다. 그리스 사람들은 천연 자철광에 철이 붙는 것을 보고 자기력에 관하여 알았다.
- electricity라는 단어는 '호박'을 뜻하는 그리스 단어 elektron에서 비롯된 것이고, magnetism이라는 단어는 자철광이 처음 발견된 지방의 이름 Magnesia에서 비롯된 것이다.
- 1799년 마찰을 통해 얻은 정전기 외에 전류를 지속적으로 공급할 수 있는 볼타 전지가 발명되어 전기 현상에 관한 실험이 폭발적으로 발전하게 되었다.
- 전기와 자기 현상은 고대부터 알려져 있었지만 19세기 초까지 과학자들은 전기와 자기 현상이 서로 관련된 것임을 알지 못했다.
- 1820년 외르스테드는 전류가 흐르는 회로 근처에서 나침반 바늘이 움직이는 것을 발견하였고, 1831년 거의 동시에 패러데이와 헨리는 자석 근처에서 도선을 움직이거나 도선 근처에서 자석을 움직이면 도선에 전류가 생성되는 것을 발견하였다.
- 1865년 맥스웰은 알려진 사실과 실험적 사실을 기초로 현재 우리가 알고 있는 전자기학 법칙을 만들어 냈다.

과학 돋보기 — 전기 현상과 자기 현상의 발견 및 발전 과정

⑦ **쿨롱 법칙**: 두 점전하 사이에 작용하는 전기력의 크기는 두 점전하의 전하량의 크기의 곱에 비례하고, 두 점전하가 떨어진 거리의 제곱에 반비례한다. 전하량의 크기가 각각 q_1, q_2 인 두 점전하 사이의 거리가 r 일 때 두 점전하에 작용하는 전기력의 크기 F 는 다음과 같다.



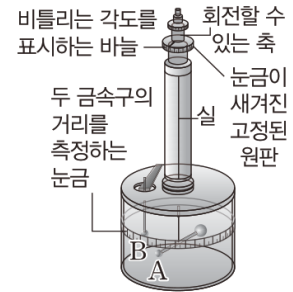
$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

k 는 쿨롱 상수로, 진공에서 $k = 8.99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ 이다.

과학 돋보기

비틀림 저울

비틀림 저울은 자기력, 전기력, 중력 등 작은 크기의 힘을 측정하는 기구이다. 물체 사이의 상호 작용에 의해 저울 축에 비틀림이 생기는데, 저울 축이 비틀리는 각도는 힘이 클수록 커지므로 회전 각도를 측정하여 전기력이나 자기력, 중력의 크기를 구한다. 프랑스의 물리학자 쿨롱은 전하 A를 저울 축에 매달아 평형을 이루게 한 후, 다른 전하 B를 가까이 할 때 전기력을 측정하였다. A, B 사이의 거리, A, B의 전하량에 따라 저울 축이 비틀어지는 각도를 측정하여 전기력의 크기를 구하였다. 한편 영국의 물리학자인 캐번디시는 비틀림 저울을 이용하여 중력 상수를 측정하는 데 성공하였다.



과학 돋보기 — 비틀림 저울

핵심 정리 쿨롱 법칙: 두 점전하 사이에 작용하는 전기력의 크기는 두 점전하의 전하량의 크기의 곱에 비례하고, 두 전하 사이 거리의 제곱에 반비례한다.

(2) 전기장

전하 주위에 다른 전하를 놓으면 두 전하 사이에는 전기력이 작용한다. 이는 전하가 주변 공간에 **전기장**을 만들기 때문이다. 전기장은 전하뿐만 아니라 시간에 따라 변하는 자기장에 의해서도 생성된다.

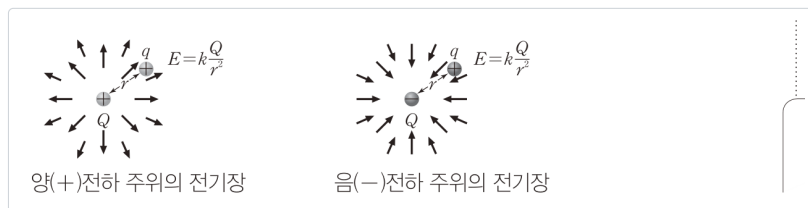
① **전기장의 세기**: 전기장이 형성된 공간에 놓인 단위 양전하(+1 C)에 작용하는 전기력의 크기를 전기장의 세기라고 한다. 전하량의 크기가 q 인 전하에 작용하는 전기력의 크기가 F 일 때 전기장의 세기 E 는 다음과 같다.

$$E = \frac{F}{q} \quad [\text{단위: N/C}]$$

② **전기장의 방향**: 전기장 내에서 양(+전하)가 받는 힘(전기력)의 방향이다.

③ **점전하 주위의 전기장**: 전하량의 크기가 Q 인 점전하로부터 떨어진 거리가 r 인 곳에서 전하량의 크기가 q 인 전하에 작용하는 전기력의 크기는 $F = k \frac{Qq}{r^2}$ 이다. 따라서 전하량의 크기가 Q 인 점전하로부터 떨어진 거리가 r 인 곳에서 전기장의 세기 E 는 다음과 같다.

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



핵심 정리 전기장: 전하 주변에는 전기장이 형성되어 다른 전하에 전기력이 작용한다.

개념 체크 B 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하십시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. 두 점전하 사이에 작용하는 전기력의 크기는 두 점전하의 _____ 의 크기의 곱에 비례하고, 두 점전하 사이의 _____ 의 제곱에 반비례한다.
2. 전기장의 세기가 E 인 공간에 놓인 전하량의 크기가 q 인 전하에 작용하는 전기력의 크기는 _____ 이다.
3. 전기장의 방향은 전기장 내에서 (양(+)전하 , 음(-)전하)가 받는 전기력의 방향이다.

(3) 전기력선

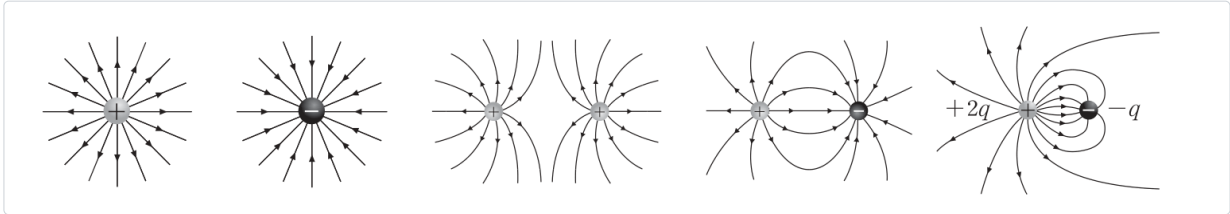
① **전기력선**: 전기장 내에 있는 양(+)전하에 작용하는 전기력의 방향을 공간에 따라 연속적으로 연결한 선을 전기력선이 라고 한다. 전기력선의 방향은 양(+)전하가 받는 전기력의 방향과 같다.

② 전기력선의 특징

- 양(+)전하에서 나오는 방향, 음(-)전하로 들어가는 방향이다.
- 서로 교차하거나 도중에 갈라지거나 끊어지지 않는다.
- 전기력선 위의 한 점에서 그은 접선의 방향이 그 점에서의 전기장의 방향이다.
- 전기장에 수직인 단위 면적을 지나는 전기력선의 수(밀도)는 전기장의 세기에 비례한다.

③ 여러 가지 전기력선

- 전하량이 같은 두 전하에 의한 전기력선은 좌우 대칭인 모양을 띤다.
- 전기장이 0인 지점은 전하의 종류가 같을 때는 두 전하 사이에 있고, 전하의 종류가 다를 때는 전하량이 작은 전하의 바깥쪽에 있다.



여러 가지 전기력선

핵심 정리 전기력선: 전기장 내에 양(+)전하를 놓았을 때, 양(+)전하에 작용하는 전기력의 방향을 연속적으로 연결한 가상의 선이다.

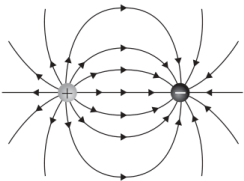
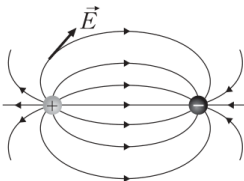
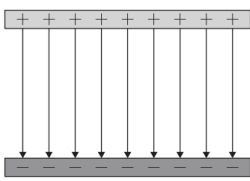
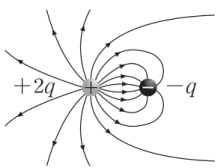
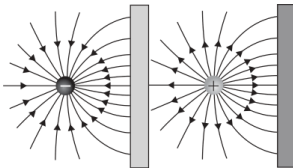
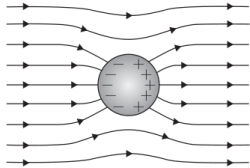
개념 체크 C 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. 전기장 내에 있는 양(+)전하에 작용하는 전기력의 방향을 공간에 따라 연속적으로 연결한 선을 _____ 이라고 한다.
2. 전기력선 위의 한 점에서 그은 접선의 방향이 그 점에서의 전기장의 방향이다. ()
3. 전하의 종류가 같은 두 점전하가 고정되어 있을 때, 전기장이 0인 지점은 두 점전하 사이에 있다. ()

탐구자료 살펴보기

전기장을 전기력선으로 표현

자료 다음은 전기력선을 그릴 때 적용해야 할 내용이다.

 전기력선은 양(+)전하에서 나와서 음(-)전하로 들어간다. 단, 무한대에서 나오거나 들어가는 경우도 있다.	 어떤 위치에서 전기장의 방향은 그 점에서 전기력선의 접선 방향이며, 전기력선이 조밀할수록 전기장이 세다.	 균일한 전기장은 등간격의 전기력선으로 나타낸다.
 전하에서 나오거나 전하로 들어가는 전기력선의 수(밀도)는 전하량의 크기에 비례한다.	 전기력선은 도체 표면에 수직인 방향으로 나오거나 들어간다.	 전기력선은 도체 안에는 존재하지 않는다.

분석

- 전기력선은 양(+)전하에서 나오는 방향, 음(-)전하로 들어가는 방향이다.
- 전기력선은 분리되거나 교차되지 않는다.

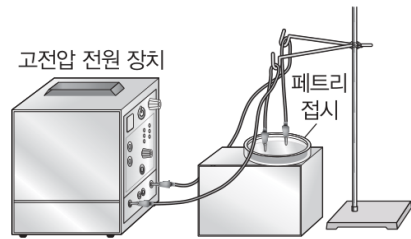
탐구자료 살펴보기 — 전기장을 전기력선으로 표현

탐구자료 살펴보기

전기장의 모양 알아보기

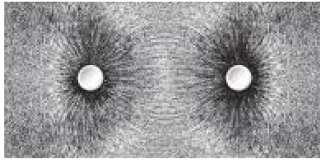
과정

- (1) 페트리 접시에 베이비오일을 넣은 다음, 털실을 1 mm 이하의 길이로 잘라 오일에 넣고 유리 막대로 잘 저어 준다.
- (2) 2개의 전극을 고전압 전원 장치의 (+)단자와 (-)단자에 도선으로 연결하고 베이비오일 속에 담근 상태에서 전원을 켜 다음, 전압을 높이면서 털실 조각의 배열을 관찰한다.
- (3) 2개의 전극을 고전압 전원 장치의 (+)단자와 (+)단자에 도선으로 연결하고 베이비오일 속에 담근 상태에서 전원을 켜 다음, 전압을 높이면서 털실 조각의 배열을 관찰한다.
- (4) 2개의 금속판을 고전압 전원 장치의 (+)단자와 (-)단자에 도선으로 연결하고 평행하게 마주 보도록 하여 베이비오일 속에 넣어 전원을 켜 다음, 전압을 높이면서 털실 조각의 배열을 관찰한다.

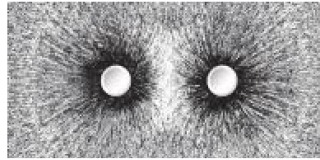


결과

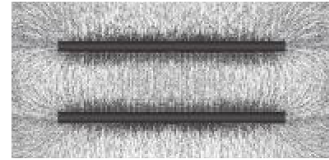
- (+), (-)전극 사이의 털실 조각은 두 극을 연결하는 모양으로 배열된다.
- (+), (+)전극 사이의 털실 조각은 두 극 사이에서 서로 밀어내는 모양으로 배열된다.
- 평행한 (+), (-)극판 사이에서 털실 조각은 균일하게 두 극판에 수직으로 배열된다.



(+), (-)전극 사이의 털실 조각



(+), (+)전극 사이의 털실 조각



(+), (-)극판 사이의 털실 조각

point

- 털실 조각들은 전기력선의 모양으로 배열된다.

탐구자료 살펴보기 — 전기장의 모양 알아보기

2 정전기 유도와 유전 분극

(1) 도체와 절연체

① **도체**: 비저항이 작아 전류가 잘 흐르는 물질을 도체라고 한다.

예 구리, 알루미늄, 금과 같은 금속 등

- 도체 내부에서 전기장은 0이다.
- 도체가 대전되면 전하는 표면에만 분포한다.
- 도체에는 특정 원자에 속박되지 않고 여러 원자 사이를 자유롭게 이동할 수 있는 자유 전자가 많다.

② **절연체**: 비저항이 커서 전류가 잘 흐르지 못하는 물질을 절연체 또는 부도체라고 한다.

예 유리, 종이, 고무, 나무, 순수한 물 등

- 절연체의 전자들은 대부분 원자에 속박되어 있으며, 자유 전자가 없다.
- 절연체에도 열 또는 강한 전기장을 가하거나 불순물을 첨가하면 전류를 흐르게 할 수 있다.

핵심 정리 도체와 절연체: 도체에는 여러 원자 사이를 자유롭게 이동할 수 있는 자유 전자가 많고, 절연체에는 자유 전자가 거의 없다.

개념 체크 D 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하십시오. (정답은 교재 말미 해설)

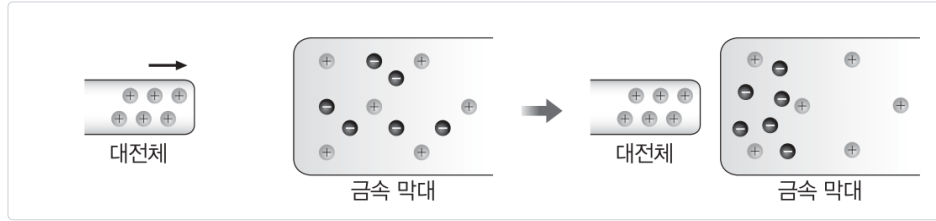
1. 비저항이 작아 전류가 잘 흐르는 물질을 _____ 라고 한다.

2. 절연체에는 원자에 속박되지 않은 자유 전자가 많다.

()

(2) 정전기 유도와 유전 분극

① **도체에서의 정전기 유도**: 대전되지 않은 도체에 대전체를 가까이 하면 도체 내의 자유 전자의 이동에 의해 대전체와 가까운 쪽에는 대전체와 다른 종류의 전하가 유도되고, 먼 쪽에는 대전체와 같은 종류의 전하가 유도되는 현상이다.



② **절연체에서의 유전 분극**: 절연체 내부에는 자유 전자가 없기 때문에 도체와 같이 전자의 이동에 의한 정전기 유도 현상은 일어나지 않지만 분자나 원자 내부에서 전기력에 의하여 분극되는 현상이 일어난다. 따라서 절연체에 대전체를 가까이 하면 절연체의 양쪽 끝에 대전체와 같은 종류와 다른 종류의 전하가 각각 배열된다. 이를 **유전 분극**이라고 한다.



핵심 정리 도체에서의 정전기 유도: 도체에 대전체를 가까이 하면 전기력에 의한 자유 전자의 이동에 의해 대전체와 가까운 쪽에는 대전체와 다른 종류의 전하가 유도되고, 대전체와 먼 쪽에는 대전체와 같은 종류의 전하가 유도된다. 유전 분극: 절연체에는 자유 전자가 없지만 원자나 분자에 속박되어 있는 전자가 전기력을 받아 분극되는 현상이다.

개념 체크 E 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하십시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. 대전되지 않은 도체에 (+)대전체를 가까이 하면 (+)대전체와 도체 사이에는 서로 (당기는 , 밀어내는) 전기력이 작용한다.
2. 절연체에 대전체를 가까이 하면 절연체의 양쪽 끝에는 대전체와 같은 종류와 다른 종류의 전하가 각각 배열되는데, 이를 _____ 이라 한다.

과학 돋보기

검전기의 정전기 유도 현상

검전기는 금속판과 금속박으로 구성되어 있으며, 검전기를 대전시켜 전하의 종류를 확인할 수 있다.

(가) 금속판에 (+)대전체를 접근시키면 금속판은 음(-)전하, 금속박은 양(+)전하가 유도되어 금속박이 벌어진다.

(나) (가)의 금속판에 손을 접촉시키면 손에서 검전기로 전자가 이동하여 금속박이 오므라든다.

(다) (나)에서 손을 떼고 (+)대전체를 금속판에서 멀리 하면, 금속판과 금속박은 모두 음(-)전하를 띠고 금속박은 다시 벌어진다.

(라) 음(-)전하로 대전된 검전기의 금속판에 (-)대전체를 가까이 하면 금속박이 더 벌어진다.



(가)



(나)



(다)

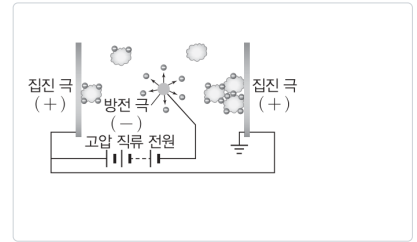


(라)

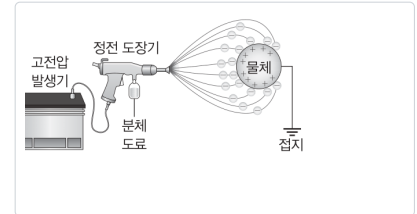
과학 돋보기 — 검전기의 정전기 유도 현상

(3) 정전기 유도 현상의 이용

① **전기 집진기**: 발전소나 보일러에서 연소 후 배출되는 배기가스 중에서 오염된 먼지를 제거하는 기구이다. 집진기 내에 대전된 극판을 배열시키고 방전 극과 집진 극 사이에 높은 전압을 걸어 주면 방전 극에서 발생한 전자에 의해 먼지가 음(-)전하로 대전되어 (+)극인 집진 극으로 끌려가 모인다.



② **정전 도장**: 자동차와 같은 금속을 도색할 때, 도색을 할 물체를 접지시키고 페인트를 뿌리는 분무 장치에 강한 음극을 걸어 페인트 입자를 음(-)전하로 대전시킨다. 음(-)전하로 대전된 페인트의 정전기 유도 효과로 접지된 물체는 양(+)전하로 대전되고 전기적 인력이 작용하여 페인트가 물체 뒷면까지 달라붙는다.



③ **음식물 포장 랩**: 음식물을 포장할 때 사용하는 랩을 분리하는 과정에서 랩이 대전되는데, 이때 대전된 전하는 그릇이나 다른 랩에 유전 분극에 의한 표면 전하를 유도한다. 따라서 랩끼리 또는 랩과 그릇을 서로 잘 달라붙게 한다. 전하를 띤 랩은 손가락에도 정전기 유도에 의한 다른 종류의 전하를 유도하므로 랩이 손가락에도 잘 달라붙는다.

(4) 정전기의 피해를 줄이는 예

① **방전**: 대전된 물체나 어떤 계에서 전하를 잃고 전기적으로 중성화되거나, 기체 등의 절연체가 강한 전기장으로 인해 절연성을 상실하고 전류가 흐르는 현상이다.

• **번개**: 대전된 구름과 지표 사이의 방전 현상이다. 구름 내부에서 위쪽은 양(+)전하를, 아래쪽은 음(-)전하를 띤다. 지표와 가까운 구름의 아래쪽이 음(-)전하를 띠기 때문에 정전기 유도에 의해 지표면이 양(+)전하로 대전되어 구름 아래쪽의 음(-)전하가 지표면으로 이동한다.

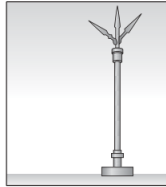
② **접지**: 감전, 정전기에 의한 화재나 고장 등을 방지할 목적으로 전기 기기를 지면과 도선으로 연결하는 것을 접지라고 한다.

• **피뢰침**: 번개가 칠 때는 많은 양의 전기 에너지가 짧은 시간 동안 방출되므로 화재 등 여러 가지 위험이 있다. 피뢰침은 건물이 직접 번개에 맞아 피해를 입지 않도록 건물의 높은 지점에 끝이 뾰족한 금속 막대를 설치하고 도선으로 지면에 연결한 것이다. 즉, 접지된 피뢰침을 이용하여 번개에 의한 건물의 피해를 예방하는 것이다.

• **정전기 방지용 패드**: 금속으로 된 차체나 주유기 손잡이 가까이에 손을 가져가면 손에 있던 전자들이 차체나 주유기 손잡이로 순식간에 몰려 방전이 일어난다. 방전에 의해 화재가 발생하는 것을 막기 위해 주유하기 전에 정전기 방지용 패드에 손을 접촉한다.



구름의 정전기 유도



피뢰침



정전기 방지용 패드

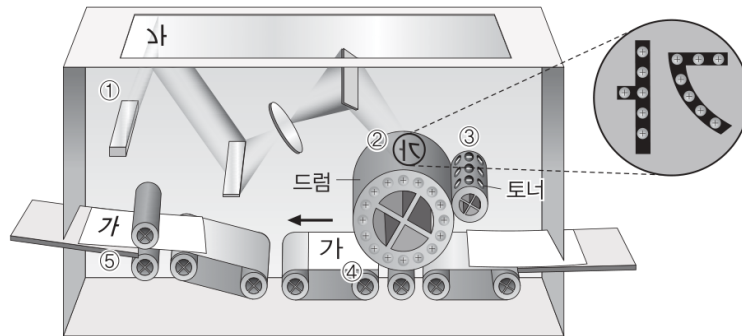
핵심 정리 방전: 대전된 물체나 어떤 계에서 전하를 잃고 전기적으로 중성화되거나, 기체 등의 절연체가 강한 전기장으로 인해 절연성을 상실하고 전류가 흐르는 현상이다. 접지: 전기 기기나 대전체를 지면과 도선으로 연결하여 전자가 자유롭게 이동할 수 있도록 한 것이다.

개념 체크 F 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. 대전된 물체가 _____ 를 잃고 전기적으로 중성화되거나, 기체 등의 절연체가 강한 전기장으로 인해 전류가 흐르는 현상을 _____ 이라고 한다.
2. 피뢰침이나 정전기 방지용 패드는 _____ 를 이용한 예이다.

과학 돋보기 복사기의 원리

- ① 종이에 빛을 비추면 종이의 검은 글자 부분에서는 빛을 흡수하고, 흰 여백 부분에서는 빛을 반사한다.
- ② 종이에서 반사된 빛이 양(+)전하로 대전된 드럼을 비추면 빛이 닿은 부분은 전하를 띠지 않고 빛이 닿지 않은 부분은 그대로 양(+)전하를 띤다.
- ③ 드럼이 회전하면 음(-)전하를 띤 토너가 드럼의 양(+)전하로 대전된 부분에 달라붙는다.
- ④ 드럼이 접촉하여 지나가는 종이에 토너가 달라붙는다.
- ⑤ 종이에 묻은 토너가 뜨거운 롤러를 지나가면서 녹는다.

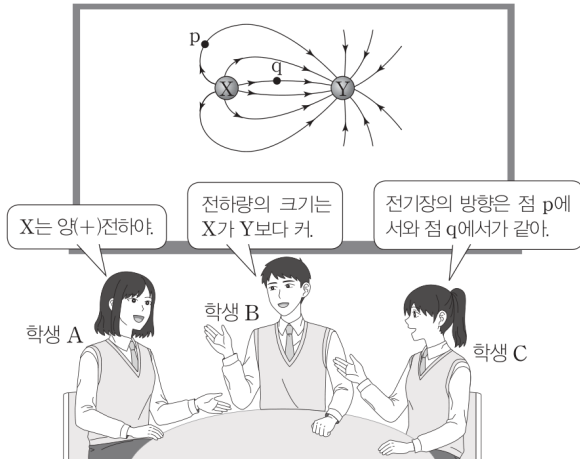


과학 돋보기 — 복사기의 원리

Part 2 · 기본문제

12문항 · 정답과 해설은 Part 4.

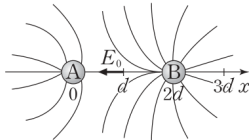
01 그림은 고정된 점전하 X, Y 주위의 전기력선에 대해 학생 A, B, C가 대화하는 모습을 나타낸 것이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ A, C ④ B, C ⑤ A, B, C

02 그림은 $x=0$, $x=2d$ 에 각각 고정된 점전하 A, B 주위의 전기력선을 방향 표시 없이 나타낸 것이다. $x=d$ 에서 전기장의 방향은 $-x$ 방향이고, 전기장의 세기는 E_0 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ◀ 보기 ▶
- ㄱ. 전하량의 크기는 A가 B보다 작다.
 - ㄴ. A는 양(+)전하이다.
 - ㄷ. $x=3d$ 에서 전기장의 세기는 E_0 보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 점전하 A, B가 각각 $x=2d$, $x=3d$ 에 고정되어 있는 것을 나타낸 것이다. 표는 $x=0$, $x=d$, $x=4d$ 에서 전기장의 방향을 나타낸 것이다.

위치	전기장의 방향
$x=0$	$+x$
$x=d$	$-x$
$x=4d$	㉠

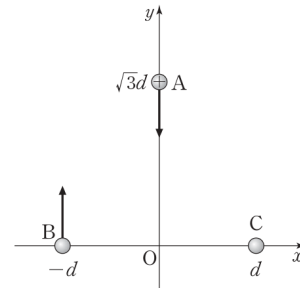
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. $0 < x < d$ 인 구간에서 전기장이 0인 지점이 있다.
- ㄴ. 전하량의 크기는 A가 B보다 크다.
- ㄷ. ㉠은 $-x$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림과 같이 점전하 A, B, C가 xy 평면에 고정되어 있다. A는 양(+)전하이므로, A, B에 작용하는 전기력의 방향은 각각 $-y$ 방향, $+y$ 방향이다.



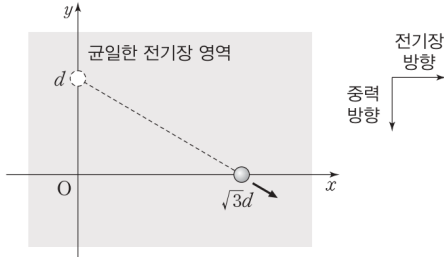
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. C에 작용하는 전기력의 방향은 $+y$ 방향이다.
- ㄴ. 전하량의 크기는 A가 B의 2배이다.
- ㄷ. A에 작용하는 전기력의 크기는 C에 작용하는 전기력의 크기의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림과 같이 $+x$ 방향으로 균일한 전기장이 형성된 xy 평면에서 물체를 y 축상의 $y=d$ 에 가만히 놓았더니 물체가 등가속도 직선 운동을 하여 x 축상의 $x=\sqrt{3}d$ 를 지난다. 물체의 질량은 m 이고, 물체의 전하량의 크기는 q_0 이며, 물체에 작용하는 중력의 방향은 $-y$ 방향이다.



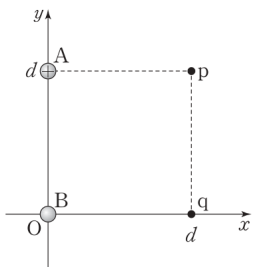
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기, 전자기파의 발생은 무시한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 물체는 양(+)전하로 대전되어 있다.
- ㄴ. 전기장의 세기는 $\frac{mg}{q_0}$ 이다.
- ㄷ. 물체의 가속도의 크기는 $2g$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 그림과 같이 점전하 A, B가 xy 평면에 고정되어 있다. A는 양(+)전하이다. 표는 점 p, q에서 전기장의 x 성분 E_x 와 y 성분 E_y 의 크기를 나타낸 것이다.



위치	E_x	E_y
p	0	E_0
q	㉠	㉡

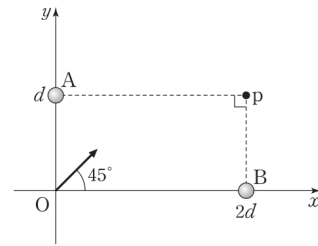
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. p에서 전기장의 방향은 $-y$ 방향이다.
- ㄴ. 전하량의 크기는 A가 B보다 크다.
- ㄷ. ㉠ > ㉡이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07 그림과 같이 점전하 A, B가 xy 평면에 고정되어 있을 때, 원점 O에서 전기장의 방향은 x 축과 45° 의 각을 이룬다. xy 평면의 점 p의 x, y 좌표는 각각 $2d, d$ 이다.



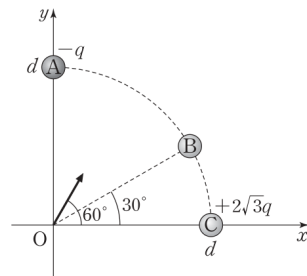
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. B는 음(-)전하이다.
- ㄴ. 전하량의 크기는 B가 A의 2배이다.
- ㄷ. 전기장의 세기는 O에서가 p에서보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

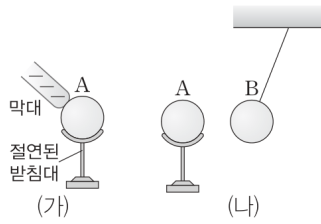
08 그림과 같이 점전하 A, B, C가 xy 평면에서 원점 O로부터 d 만큼 떨어진 지점에 고정되어 있다. O에서 전기장의 방향은 x 축과 60° 의 각을 이룬다. A, C의 전하량은 각각 $-q, +2\sqrt{3}q$ 이다.



B의 전하량은?

① $-7q$ ② $-5q$ ③ $-3q$ ④ $+q$ ⑤ $+3q$

09 그림 (가)는 대전되지 않은 금속구 A에 음(-)전하로 대전된 막대를 접촉시킨 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)에서 막대를 제거한 후 A를 절연된 실에 매달린 스타이로폼구 B에 가까이 하였더니 B가 A쪽으로 끌려가 정지해 있는 모습을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



◀ 보기 ▶

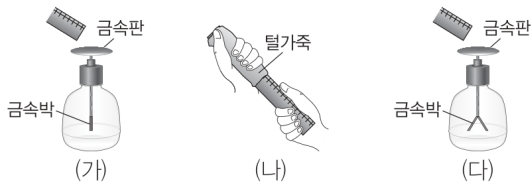
- ㄱ. (가)에서 A는 음(-)전하로 대전된다.
- ㄴ. (가)에서 전자는 A에서 막대로 이동한다.
- ㄷ. (나)의 B에서는 유전 분극이 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10 다음은 정전기 유도에 대한 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 플라스틱 자를 검전기의 금속판에 가까이 하고 금속박을 관찰한다.
- (나) (가)의 플라스틱 자를 털가죽으로 문지른다.
- (다) (나)의 플라스틱 자를 금속판에 가까이 하고 금속박을 관찰한다.



[실험 결과]

(가)	금속박이 벌어지지 않는다.
(다)	금속박이 벌어진다.

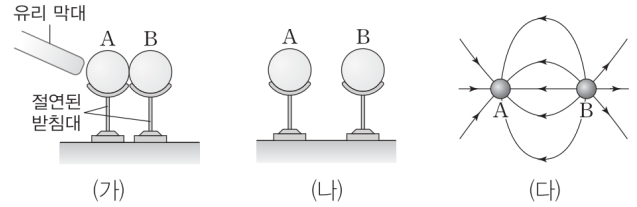
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (나)에서 플라스틱 자는 대전된다.
- ㄴ. (다)에서 플라스틱 자와 금속판 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용한다.
- ㄷ. (다)에서 금속판과 금속박은 같은 종류의 전하로 대전된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11 그림 (가)는 대전되지 않은 도체구 A, B를 붙여 놓은 후 대전된 유리 막대를 A에 가까이 가져간 것을, (나)는 (가)에서 A, B를 떼어 놓은 후 유리 막대를 치운 것을 나타낸 것이다. 그림 (다)는 (나)에서 A, B 주위의 전기력선을 나타낸 것이다.



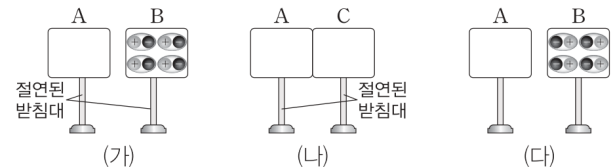
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)에서 유리 막대는 음(-)전하로 대전되어 있다.
- ㄴ. (가)에서 전자는 B에서 A로 이동한다.
- ㄷ. (나)에서 A와 B 사이에는 서로 미는 전기력이 작용한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

12 그림 (가)는 대전된 도체 A를 대전되지 않은 절연체 B에 가까이 놓았을 때 B의 전하 분포를 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)의 A를 대전된 도체 C에 접촉시킨 모습을 나타낸 것이다. 그림 (다)는 (나)의 A를 B에 가까이 놓았을 때 B의 전하 분포를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

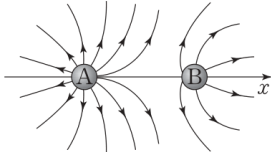
- ㄱ. (가)에서 A는 음(-)전하로 대전되어 있다.
- ㄴ. (나)에서 전자는 A에서 C로 이동한다.
- ㄷ. (다)에서 A와 B 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용한다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

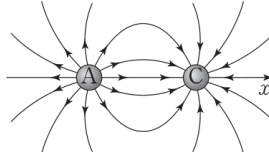
Part 3 · 심화문제

8문항 · 정답과 해설은 Part 4. 각 문항의 접근 Point는 해설에 수록.

01 그림 (가)는 x 축에 고정된 점전하 A, B 주위의 전기력선을, (나)는 (가)에서 B를 C로 바꿨을 때 A, C 주위의 전기력선을 나타낸 것이다. 그림 (다)는 A와 B를 접촉시키고 떼어낸 후 B와 C를 x 축에 고정 시킨 것을 나타낸 것이다.



(가)

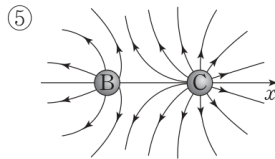
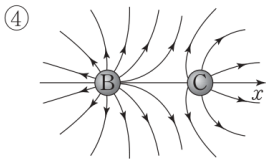
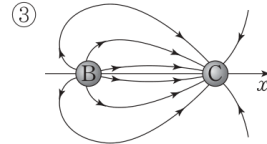
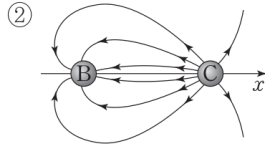
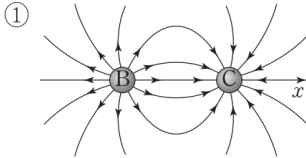


(나)

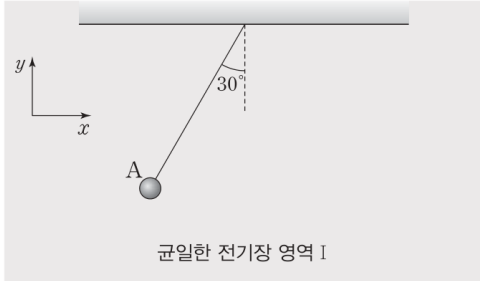


(다)

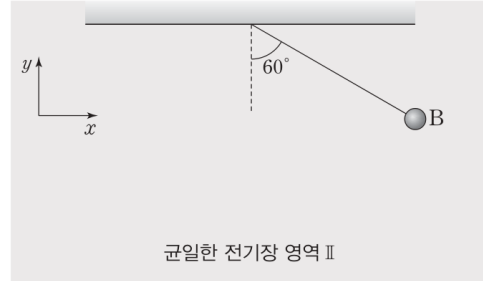
(다)에서 B와 C 주위의 전기력선으로 가장 적절한 것은?



02 그림 (가), (나)와 같이 물체 A, B가 각각 균일한 전기장 영역 I, II에서 실에 매달려 정지해 있다. 전기장의 방향은 I에서와 II에서가 $+x$ 방향으로 같고, 전기장의 세기는 I에서가 II에서의 2배이다. (가), (나)에서 실과 y 축 방향이 이루는 각은 각각 30° , 60° 이다. 질량은 A가 B의 $\sqrt{3}$ 배이고, A와 B에 작용하는 중력의 방향은 $-y$ 방향이다.



(가)



(나)

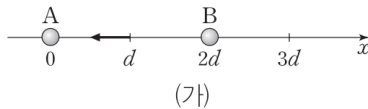
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 실의 질량은 무시한다.)

◀ 보기 ▶

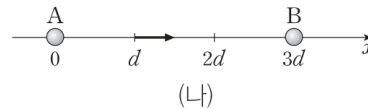
- ㄱ. 전하의 종류는 A와 B가 같다.
- ㄴ. A에 작용하는 전기력의 크기는 B에 작용하는 전기력의 크기보다 작다.
- ㄷ. 전하량의 크기는 A가 B의 $\frac{1}{6}$ 배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03 그림 (가)는 점전하 A, B를 각각 $x=0$, $x=2d$ 에 고정시킨 모습을, (나)는 (가)에서 B를 $x=3d$ 에 옮겨 고정시킨 모습을 나타낸 것이다. (가), (나)의 $x=d$ 에서 전기장의 방향은 각각 $-x$ 방향, $+x$ 방향이다.



(가)



(나)

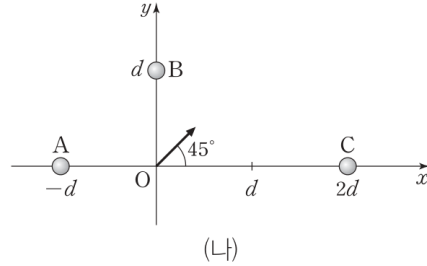
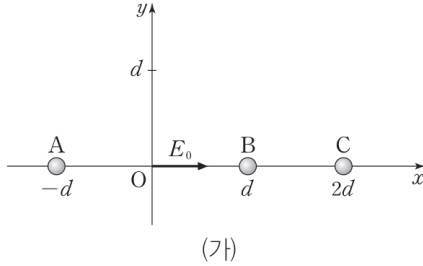
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. A와 B는 전하의 종류가 같다.
- ㄴ. (가)에서 전기장의 세기는 $x=d$ 에서가 $x=3d$ 에서보다 작다.
- ㄷ. (나)에서 $d < x < 2d$ 인 구간에 전기장이 0인 지점이 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림 (가)와 같이 점전하 A, B, C가 xy 평면에서 각각 x 축상의 $x = -d$, $x = d$, $x = 2d$ 에 고정되어 있다. 원점 O에서 전기장은 방향이 $+x$ 방향이고, 세기가 E_0 이다. 전하량의 크기는 A와 B가 같다. 그림 (나)는 (가)에서 B를 y 축상의 $y = d$ 에 옮겨 고정시킨 모습을 나타낸 것으로, O에서 전기장의 방향은 x 축과 45° 의 각을 이룬다.



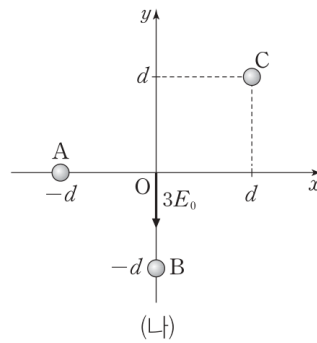
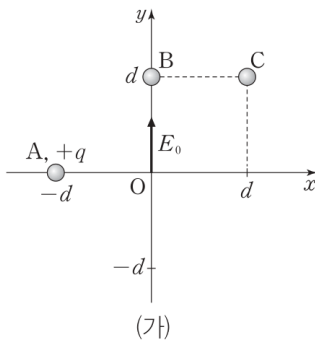
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 음($-$)전하이다.
- ㄴ. 전하량의 크기는 C가 B의 8배이다.
- ㄷ. (나)의 O에서 전기장의 세기는 $\frac{\sqrt{2}}{2}E_0$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

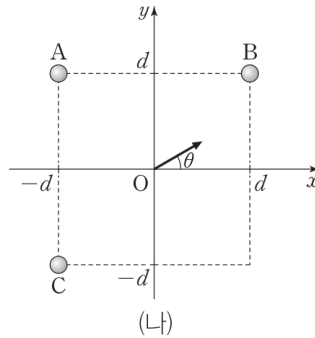
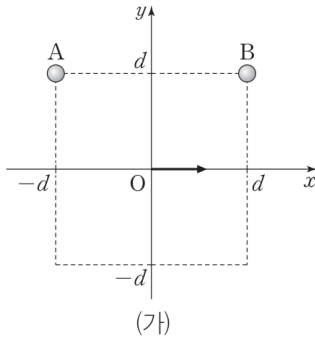
05 그림 (가)와 같이 점전하 A, B, C가 xy 평면에 고정되어 있다. 원점 O에서 전기장은 방향이 $+y$ 방향이고, 세기가 E_0 이다. 그림 (나)는 (가)에서 B를 옮겨 고정시킨 모습을 나타낸 것이다. O에서 전기장은 방향이 $-y$ 방향이고, 세기가 $3E_0$ 이다. A의 전하량은 $+q$ 이다.



B의 전하량은?

- ① $-3q$ ② $-2q$ ③ $-q$ ④ $+q$ ⑤ $+2q$

06 그림 (가)와 같이 점전하 A, B가 xy 평면에 고정되어 있다. 원점 O에서 전기장의 방향은 $+x$ 방향이다. 그림 (나)는 (가)에서 C를 고정시킨 모습을 나타낸 것이다. O에서 전기장의 방향은 x 축과 θ 의 각을 이루고, $\tan\theta = \frac{1}{2}$ 이다.



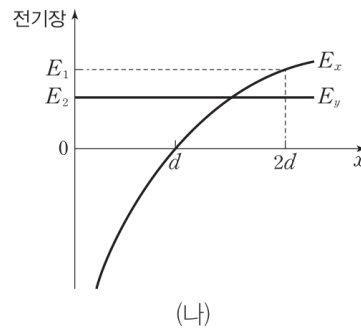
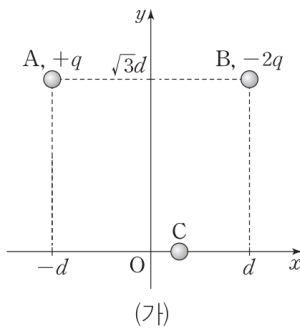
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 양(+)전하이다.
- ㄴ. 전하량의 크기는 C가 B의 4배이다.
- ㄷ. O에서 전기장의 세기는 (나)에서 (가)에서의 $\sqrt{5}$ 배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07 그림 (가)와 같이 xy 평면에 점전하 A, B를 고정하고 점전하 C를 x 축상에서 옮기며 고정한다. A, B의 전하량은 각각 $+q$, $-2q$ 이다. 그림 (나)는 C의 위치 x 에 따른 원점 O에서 전기장의 x 성분 E_x , y 성분 E_y 를 나타낸 것이다.



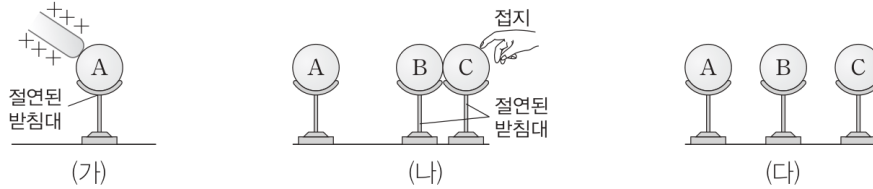
$\frac{E_2}{E_1}$ 는?

- ① $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ② $\frac{4\sqrt{3}}{9}$ ③ $\frac{5\sqrt{3}}{9}$ ④ $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ ⑤ $\frac{7\sqrt{3}}{9}$

08 다음은 정전기 유도에 대한 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 대전되지 않은 도체구 A에 양(+)전하로 대전된 막대를 접촉시킨 후 막대를 제거한다.
 (나) 대전되지 않은 도체구 B와 C를 서로 접촉시키고 A를 B에 가까이 한 후, 손가락을 C에 접촉시켰다가 떼어낸다.
 (다) B와 C를 떼어낸다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)에서 A는 양(+)전하로 대전된다.
 ㄴ. (나)에서 전자는 C에서 손가락으로 이동한다.
 ㄷ. (다)에서 A와 C 사이에는 서로 미는 전기력이 작용한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Part 4 · 정답과 해설

1 개념 체크 정답

A	1. 대전, 대전체	2. 밀어내는	3. 당기는
B	1. 전하량, 거리	2. qE	3. 양(+)전하
C	1. 전기력선	2. ○	3. ○
D	1. 도체	2. ×	
E	1. 당기는	2. 유전 분극	
F	1. 전하, 방전	2. 접지	

2 기본문제 해설

정답

01	①	02	⑤	03	③	04	⑤	05	③	06	④	07	①	08	①
09	③	10	③	11	②	12	⑤								

01 전기력선

전기장 내에서 양(+)전하에 작용하는 전기력의 방향을 공간에 따라 연속적으로 연결한 선을 전기력선이라고 한다.

㉠. 전기력선은 양(+)전하에서 나오는 방향이고, 음(-)전하로 들어가는 방향이므로 X는 양(+)전하, Y는 음(-)전하이다.

㉡. 점전하에서 나오거나 들어가는 전기력선의 수는 전하의 전하량의 크기에 비례하므로 전하량의 크기는 X가 Y보다 작다.

㉢. 전기력선 위의 한 점에서 그은 접선의 방향이 그 점에서의 전기장의 방향이므로 전기장의 방향은 p에서와 q에서가 같지 않다.

02 전기장과 전기력선

두 점전하가 서로 같은 종류일 때 전기력선은 서로 밀어내는 모양이다.

㉠. 전기력선의 수는 전하의 전하량의 크기에 비례하므로 전하량의 크기는 A가 B보다 작다.

㉡. A와 B가 전기력선으로 연결되어 있지 않으므로 A와 B의 전하의 종류는 같다. $x=d$ 에서 B에 의한 전기장의 세기는 A에 의한 전기장의 세기보다 크므로 A와 B는 양(+)전하이다.

㉢. $x=d$ 에서 A, B에 의한 전기장의 세기를 각각 E_A , E_B 라 할 때, $x=d$, $x=3d$ 에서 전기장의 세기는 각각 $E_B - E_A$, $\frac{1}{9}E_A + E_B$ 이다.

$E_0 = E_B - E_A < \frac{1}{9}E_A + E_B$ 이므로 $x=3d$ 에서 전기장의 세기는 E_0 보다 크다.

03 전기장

두 전하의 종류가 같으면 전기장이 0인 지점은 두 전하 사이에 있다.

㉠. $x=0$ 에서와 $x=d$ 에서 전기장의 방향이 서로 반대이므로 $0 < x < d$ 인 구간에서 전기장이 0인 지점이 있다.

㉡. $0 < x < d$ 인 구간에서 전기장이 0인 지점을 $x=d_0$ 이라 할 때, $x=d_0$ 에서 A에 의한 전기장의 세기와 B에 의한 전기장의 세기는 같고, 전기장의 방향은 서로 반대이다. A와 $x=d_0$ 사이의 거리는 B와 $x=d_0$ 사이의 거리보다 작으므로 전하량의 크기는 A가 B보다 작다.

㉢. $x=d$ 에서 A에 의한 전기장의 세기는 B에 의한 전기장의 세기보다 크다. 따라서 A는 양(+)전하, B는 음(-)전하이다. $x=4d$ 에서 A, B에 의한 전기장의 방향은 각각 $+x$ 방향, $-x$ 방향이고, A에 의한 전기장의 세기는 B에 의한 전기장의 세기보다 작다. 따라서 $x=4d$ 에서 전기장의 방향은 $-x$ 방향이므로 ㉠은 $-x$ 이다.

04 전기장과 전기력

두 전하 사이에 작용하는 전기력의 크기는 두 전하의 전하량의 크기의 곱에 비례하고, 두 전하 사이의 거리의 제곱에 반비례한다.

㉠ A에 작용하는 전기력의 방향이 $-y$ 방향이므로 B와 C는 음(-)전하이다. A, B, C의 전하량의 크기를 각각 Q_A , Q_B , Q_C

라 할 때, A에 작용하는 전기력의 x 성분은 0이므로 $k \frac{Q_A Q_B}{4d^2} \times \frac{1}{2} = k \frac{Q_A Q_C}{4d^2} \times \frac{1}{2}$ 이고, $Q_B = Q_C$ 이다. 따라서 A가 B에 작용하는 전기력의 크기와 A가 C에 작용하는 전기력의 크기는 같다. B에 작용하는 전기력의 x 성분은 0이므로, C에 작용하는 전기력의 x 성분은 0이다. 따라서 C에 작용하는 전기력의 방향은 $+y$ 방향이다.

㉡ B, C의 전하량의 크기를 각각 Q 라 할 때, B에 작용하는 전기력의 x 성분은 0이므로

$$k \frac{Q_A Q}{4d^2} \times \frac{1}{2} = k \frac{Q^2}{4d^2} \text{이고, } Q_A = 2Q \text{이다.}$$

㉢ A에 작용하는 전기력의 크기는

$$k \frac{2Q^2}{4d^2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} + k \frac{2Q^2}{4d^2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = k \frac{\sqrt{3}Q^2}{2d^2} \text{이고,}$$

C에 작용하는 전기력의 크기는 $k \frac{\sqrt{3}Q^2}{4d^2}$ 이다. 따라서 A에 작용하는 전기력의 크기는 C에 작용하는 전기력의 크기의 2배이다.

05 전기장과 전기력

균일한 전기장 영역에서 전하가 받는 전기력의 크기는 전하량의 크기와 전기장의 세기에 비례한다($F = qE$).

㉠ 전기장 내에서 양(+)전하는 전기장의 방향으로 전기력을 받으므로 물체는 양(+)전하로 대전되어 있다.

㉡ 물체에 작용하는 알짜힘의 크기를 F 라 할 때, 물체에 작용하는 전기력의 크기는 $\frac{\sqrt{3}}{2}F$ 이고, 물체에 작용하는 중력의 크기는 $\frac{1}{2}F$ 이다. 따라서 전기장의 세기를 E 라 할 때, $q_0 E = \sqrt{3}mg$ 이

$$\text{므로 } E = \frac{\sqrt{3}mg}{q_0} \text{이다.}$$

㉢ 물체의 가속도의 크기를 a 라 할 때, $ma = 2mg$ 이므로 $a = 2g$ 이다.

06 전기장

전하량의 크기가 q 인 점전하로부터 거리가 r 인 지점에서 전기장의 세기는 $k \frac{q}{r^2}$ 이고, 전기장의 방향은 양(+)전하가 받는 전기력의 방향과 같다.

㉠ p에서 A에 의한 전기장의 방향은 $+x$ 방향이므로 B에 의한 전기장의 x 성분의 방향은 $-x$ 방향이다. 따라서 B는 음(-)전하이므로 p에서 전기장의 방향은 $-y$ 방향이다.

㉡ A, B의 전하량의 크기를 각각 Q_A , Q_B 라 할 때, p에서

$$E_x = 0 \text{이므로 } k \frac{Q_A}{d^2} = k \frac{Q_B}{2d^2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \text{이고, } Q_B = 2\sqrt{2}Q_A \text{이다.}$$

따라서 전하량의 크기는 B가 A보다 크다.

㉢ A, B의 전하량의 크기를 각각 Q , $2\sqrt{2}Q$ 라 할 때, q에서 전

$$\text{기장의 크기 } E_x = \left| k \frac{Q}{2d^2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} - k \frac{2\sqrt{2}Q}{d^2} \right| = k \frac{7\sqrt{2}Q}{4d^2},$$

$$E_y = \left| k \frac{Q}{2d^2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \right| = k \frac{\sqrt{2}Q}{4d^2} \text{이므로 } ㉠ > ㉢ \text{이다.}$$

07 전기장

전기장 내에서 양(+)전하가 받는 전기력의 방향이 전기장의 방향이다.

㉠ O에서 A, B에 의한 전기장의 방향은 각각 $+y$ 방향, $+x$ 방향이다. 따라서 A와 B는 음(-)전하이다.

㉡ O에서 전기장의 x 성분의 크기와 y 성분의 크기는 같으므로

$$A, B \text{의 전하량의 크기를 각각 } Q_A, Q_B \text{라 할 때, } k \frac{Q_A}{d^2} = k \frac{Q_B}{4d^2} \text{이므로 } Q_B = 4Q_A \text{이다.}$$

㉢ O에서 A, B에 의한 전기장의 세기를 각각 E_0 이라 할 때, p에서 A, B에 의한 전기장의 세기는 각각 $\frac{1}{4}E_0$, $4E_0$ 이다. 따라서 전기장의 세기는 O에서가 p에서보다 작다.

08 전기장

xy 평면의 원점 O에서 전기장의 세기가 E_0 이고, 전기장의 방향이 x 축과 θ 의 각을 이룰 때, 전기장의 x , y 성분의 크기는 각각 $E_0 \cos \theta$, $E_0 \sin \theta$ 이다.

㉠ O에서 A, C에 의한 전기장의 방향은 각각 $+y$ 방향, $-x$ 방향이다. O에서 전기장의 x 성분의 방향은 $+x$ 방향이므로 O에서 B에 의한 전기장의 x 성분의 방향은 $+x$ 방향이다. 따라서 B는 음(-)전하이다. O에서 A, B, C에 의한 전기장의 세기를 각각 E_0 , E_B , $2\sqrt{3}E_0$ 이라 할 때,

$$\frac{\frac{1}{2}E_B + E_0}{\frac{\sqrt{3}}{2}E_B - 2\sqrt{3}E_0} = \sqrt{3} \text{이므로}$$

$$\frac{1}{2}E_B + E_0 = \frac{3}{2}E_B - 6E_0 \text{이고 } E_B = 7E_0 \text{이다. 따라서 B의 전하량은 } -7q \text{이다.}$$

09 정전기 유도와 유전 분극

대전되지 않은 도체에 대전체를 접촉시키면 도체는 대전체와 같은 종류의 전하로 대전된다.

㉠. (가)에서 음(-)전하로 대전된 막대를 대전되지 않은 A에 접촉시켰으므로 A는 음(-)전하로 대전된다.

✕. (가)에서 A는 음(-)전하로 대전되었으므로 전자는 막대에서 A로 이동한다.

㉡. (나)에서 A는 음(-)전하로 대전되어 있으므로 B에서는 유전 분극이 일어나 A와 가까운 쪽은 양(+)전하를, 먼 쪽은 음(-)전하를 띤다. 따라서 A와 B 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용한다.

10 정전기 유도와 유전 분극

플라스틱 자를 털가죽으로 문지르면 마찰 전기가 발생한다.

㉠. (다)에서 금속박이 벌어지므로 플라스틱 자는 대전되어 있다. 따라서 (나)에서 플라스틱 자는 대전된다.

㉡. (다)에서 검전기에서는 정전기 유도 현상이 일어나므로 플라스틱 자와 금속판 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용한다.

✕. (다)에서 금속판은 플라스틱 자와 다른 종류의 전하로 대전되고 금속박은 플라스틱 자와 같은 종류의 전하로 대전된다.

11 정전기 유도와 유전 분극

전기력선은 양(+)전하에서 나오는 방향이고, 음(-)전하로 들어가는 방향이다.

✕. (다)에서 전기력선은 B에서 나와 A로 들어가므로 A는 음(-)전하, B는 양(+)전하이다. (가)에서 A는 유리 막대와 다른 종류의 전하로 대전되고, B는 유리 막대와 같은 종류의 전하로 대전되므로 (가)에서 유리 막대는 양(+)전하로 대전되어 있다.

㉠. (가)에서 A는 음(-)전하, B는 양(+)전하로 대전되므로 전자는 B에서 A로 이동한다.

✕. (나)에서 A와 B는 서로 다른 종류의 전하로 대전되어 있으므로 서로 당기는 전기력이 작용한다.

12 정전기 유도와 유전 분극

절연체에 대전체를 가까이 하면 분자나 원자 내부에서 전기력에 의해 절연체의 대전체와 가까운 쪽에는 대전체와 다른 종류의 전하로 배열되는 유전 분극이 일어난다.

㉠. (가)의 B에서 A와 가까운 쪽이 양(+)전하로 대전되었으므로 A는 음(-)전하로 대전되어 있다.

㉡. (다)의 B에서 A와 가까운 쪽이 음(-)전하로 대전되었으므로 (다)에서 A는 양(+)전하로 대전되어 있다. (나)에서 음(-)전하로 대전된 A를 C와 접촉시킨 후 A가 양(+)전하로 대전되므로 C는 양(+)전하로 대전되어 있다. 따라서 전자는 A에서 C로 이동한다.

㉢. (다)에서 A는 양(+)전하로, B에서 A와 가까운 쪽은 음(-)전하로 대전되어 있으므로 A와 B 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용한다.

3 심화문제 해설

정답

01	③	02	②	03	⑤	04	⑤	05	②	06	③	07	②	08	①
----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---

심화 01번

접근 Point 점전하에서 나오거나 들어가는 전기력선의 수는 전하의 전하량의 크기에 비례한다.

01 전기력선

전기력선은 양(+)전하에서 나오는 방향이고, 음(-)전하로 들어가는 방향이다. 나오거나 들어가는 전기력선의 수는 전하의 전하량의 크기에 비례한다.

③ (가)에서 전기력선은 A와 B에서 나가므로 A와 B는 양(+)전하이다. A에서 나가는 전기력선의 수가 B에서 나가는 전기력선의 수보다 많으므로 전하량의 크기는 A가 B보다 크다.

(나)에서 전기력선은 A에서 나와 C로 들어가므로 C는 음(-)전하이고, A에서 나가는 전기력선의 수와 C로 들어가는 전기력선의 수가 같으므로 전하량의 크기는 A와 C가 같다.

A와 B를 접촉시키면 A와 B는 양(+)전하를 띠고, 전하량의 크기는 A와 B가 같다. 또한, B의 전하량의 크기는 A와 B를 접촉시키기 전 A의 전하량의 크기보다 작다. 따라서 전하량의 크기는 B가 C보다 작으므로 전기력선은 B에서 나와 C로 들어가고 전기력선의 수는 B가 C보다 적다.

심화 02번

접근 Point 전하량의 크기가 q인 전하가 전기장의 세기가 E인 전기장에서 받는 전기력의 크기는 qE이다.

02 전기장과 전기력

전기장 내에서 양(+)전하는 전기장과 같은 방향으로 전기력을 받는다.
 ✕. (가)에서 A가 받는 전기력의 방향은 $-x$ 방향이고, (나)에서 B가 받는 전기력의 방향은 $+x$ 방향이므로 A는 음(-)전하, B는 양(+)전하이다.

㉠ A, B의 질량을 각각 $\sqrt{3}m$, m 이라 할 때, (가)에서 A에 작용하는 전기력의 크기는 $\sqrt{3}mg \tan 30^\circ = mg$ 이고, (나)에서 B에 작용하는 전기력의 크기는 $mg \tan 60^\circ = \sqrt{3}mg$ 이다.

✕. A, B의 전하량의 크기를 각각 Q_A , Q_B 라 하고, I, II에서 전기장의 세기를 각각 $2E$, E 라 할 때, $Q_A \times 2E = mg$ 이므로 $Q_A = \frac{mg}{2E}$ 이고, $Q_B \times E = \sqrt{3}mg$ 이므로 $Q_B = \frac{\sqrt{3}mg}{E}$ 이다. 따라서 $Q_A = \frac{\sqrt{3}}{6} Q_B$ 이다.

심화 03번

접근 Point (가)의 $x=d$ 에서 A에 의한 전기장의 세기는 B에 의한 전기장의 세기보다 작다.

03 전기장

두 전하의 종류가 같으면 전기장이 0인 지점은 두 전하 사이에 있다.

㉠ $x=d$ 에서 B에 의한 전기장의 세기는 (가)에서가 (나)에서보다 크다. B를 $x=2d$ 에서 $x=3d$ 로 옮겼을 때, $x=d$ 에서 $-x$ 방향의 전기장의 세기가 감소하였으므로 B는 양(+)전하이다. (나)의 $x=d$ 에서 B에 의한 전기장의 방향은 $-x$ 방향이므로 A에 의한 전기장의 방향은 $+x$ 방향이고, A는 양(+)전하이다. 따라서 A와 B는 전하의 종류가 같다.

㉡ (가)의 $x=d$ 에서 A, B에 의한 전기장의 세기를 각각 E_A , E_B 라 할 때, $x=d$, $x=3d$ 에서 전기장의 세기는 각각 $E_B - E_A$, $\frac{1}{9}E_A + E_B$ 이므로 $E_B - E_A < \frac{1}{9}E_A + E_B$ 이다. 따라서 (가)에서 전기장의 세기는 $x=d$ 에서가 $x=3d$ 에서보다 작다.

㉢ (나)의 $x=2d$ 에서 A에 의한 전기장의 세기는 B에 의한 전기장의 세기보다 작으므로 $x=2d$ 에서 전기장의 방향은 $-x$ 방향이다. (나)의 $x=d$ 에서와 $x=2d$ 에서 전기장의 방향이 서로 반대 방향이므로 $d < x < 2d$ 인 구간에 전기장이 0인 지점이 있다.

심화 04번

접근 Point (나)의 O에서 전기장의 y성분의 방향이 $+y$ 방향이므로 B는 음(-)전하이다.

04 전기장

평면에서 점전하에 의한 전기장의 세기와 방향은 벡터의 합성과 분해로 구할 수 있다.

㉠ (나)의 O에서 전기장의 y성분의 방향이 $+y$ 방향이므로 B는 음(-)전하이다. 전하량의 크기는 A와 B가 같으므로 O에서 A, B에 의한 전기장의 세기는 같다. A가 양(+)전하이면 C의 전하량은 0이 되어야 하므로 A는 음(-)전하이다.

㉡ (나)의 O에서 전기장의 x성분의 방향이 $+x$ 방향이므로 C는 음(-)전하이다. O에서 전기장의 x성분의 세기와 y성분의 세기는 같으므로 A, B, C의 전하량의 크기를 각각 Q , Q , Q_C 라 할 때, $k \frac{Q_C}{4d^2} - k \frac{Q}{d^2} = k \frac{Q}{d^2}$ 이고, $Q_C = 8Q$ 이다.

㉢ (가)의 O에서 A에 의한 전기장의 세기를 E 라 할 때, $E_0 = -E + E + 2E = 2E$ 이다. (나)의 O에서 전기장의 x성분 $E_x = -E + 2E = E$ 이고, 전기장의 y성분 $E_y = E$ 이므로 전기장의 세기는 $\sqrt{E_x^2 + E_y^2} = \sqrt{2}E = \frac{\sqrt{2}}{2}E_0$ 이다.

심화 05번

접근 Point (가)의 O에서 A에 의한 전기장의 세기와 C에 의한 전기장의 x성분의 세기는 같다.

05 전기장

전하량의 크기가 q 인 점전하로부터 거리가 r 인 지점에서 전기장의 세기는 $k\frac{q}{r^2}$ 이고, 전기장의 방향은 양(+)전하가 받는 전기력의 방향과 같다.

㉔ (가)의 O에서 전기장의 x성분은 0이고, A에 의한 전기장의 방향은 $+x$ 방향이므로 C에 의한 전기장의 x성분의 방향은 $-x$ 방향이다. 따라서 C는 양(+)전하이다. C의 전하량의 크기를 q_C 라 할 때, $k\frac{q}{d^2} = k\frac{q_C}{2d^2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$ 이므로 $q_C = 2\sqrt{2}q$ 이다. (가)의 O에서 전기장의 방향은 $+y$ 방향이고, C에 의한 전기장의 y성분의 방향은 $-y$ 방향이므로 B에 의한 전기장의 방향은 $+y$ 방향이다. 따라서 B는 음(-)전하이다. B의 전하량의 크기를 q_B 라 할 때, O에서 전기장의 세기는 (나)에서가 (가)에서의 3배이므로

$$3 \times \left(k\frac{q_B}{d^2} - k\frac{2\sqrt{2}q}{2d^2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = \left(k\frac{q_B}{d^2} + k\frac{2\sqrt{2}q}{2d^2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \text{이고,}$$

$$q_B = 2q \text{이다. 따라서 B의 전하량은 } -2q \text{이다.}$$

심화 06번

접근 Point (가)의 O에서 전기장의 y성분은 0이다.

06 전기장

(가)의 O에서 A, B에 의한 전기장의 세기를 각각 E_A , E_B 라 할 때, O에서 전기장의 y성분이 0이므로 $E_A = E_B$ 이다.

㉔ O에서 A, B에 의한 전기장의 x성분의 방향이 $+x$ 방향이므로 O에서 A에 의한 전기장의 x성분의 방향과 B에 의한 전기장의 x성분의 방향은 $+x$ 방향으로 같다. 따라서 A는 양(+)전하이므로, B는 음(-)전하이다.

㉕ (나)의 O에서 전기장의 y성분의 방향이 $+y$ 방향이므로 C는 양(+)전하이다. (나)의 O에서 A, B에 의한 전기장의 세기를 각각 E_0 , C에 의한 전기장의 세기를 E_C 라 할 때, $\tan\theta = \frac{1}{2}$ 이므로

$$2\left(E_0 \times \frac{1}{\sqrt{2}}\right) + E_C \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 2\left(E_C \times \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \text{이고,}$$

$E_C = 2E_0$ 이다. 따라서 전하량의 크기는 C가 B의 2배이다.

㉖ (가), (나)의 O에서 전기장의 세기는 각각 $\sqrt{2}E_0$, $\sqrt{(2\sqrt{2}E_0)^2 + (\sqrt{2}E_0)^2} = \sqrt{10}E_0$ 이다. 따라서 O에서 전기장의 세기는 (나)에서가 (가)에서의 $\sqrt{5}$ 배이다.

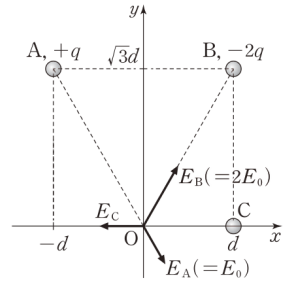
심화 07번

접근 Point O에서 A, B에 의한 전기장의 x성분의 방향은 $+x$ 방향이다.

07 전기장

평면에서 점전하에 의한 전기장의 세기와 방향은 벡터의 합성과 분해로 구할 수 있고, 전기장의 세기는 단위 양(+)전하가 받는 전기력의 크기이다.

㉔ O에서 A, B에 의한 전기장의 x성분의 방향은 각각 $+x$ 방향이고 C의 위치가 $x=d$ 일 때 O에서 전기장의 x성분은 0이므로 C는 양(+)전하이다. O에서 A에 의한 전기장의 세기를 E_0 이라 하면, C의 위치가 $x=d$ 일 때 O에서 C에 의한 전기장의 x성



분의 세기는 $E_0 \times \frac{1}{2} + 2E_0 \times \frac{1}{2} = \frac{3}{2}E_0$ 이다.

따라서 C의 위치가 $x=2d$ 일 때, O에서 전기장의 x성분은

$E_0 \times \frac{1}{2} + 2E_0 \times \frac{1}{2} - \frac{3}{8}E_0 = \frac{9}{8}E_0$ 이므로 $E_1 = \frac{9}{8}E_0$ 이다. O에서

전기장의 y성분의 세기는 $-E_0 \times \frac{\sqrt{3}}{2} + 2E_0 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}E_0$

이므로 $E_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}E_0$ 이다. 따라서 $\frac{E_2}{E_1} = \frac{4\sqrt{3}}{9}$ 이다.

심화 08번

접근 Point (나)에서 손가락을 C에서 떼어내면 B와 C는 같은 종류의 전하로 대전된다.

08 정전기 유도

대전된 도체구에 손가락을 접촉시키면 전자가 손가락을 통해 빠져나가거나 들어온다.

㉔ 양(+)전하로 대전된 막대를 대전되지 않은 A에 접촉시키면 전자는 A에서 막대로 이동하므로 A는 양(+)전하로 대전된다.

㉕ (나)에서 A는 양(+)전하로 대전되어 있으므로 손가락을 C에 접촉시키기 전에는 정전기 유도 현상에 의해 B는 음(-)전하, C는 양(+)전하로 대전된다. 손가락을 C에 접촉시키면 C는 접지되어 전자가 손가락에서 C로 이동한다.

㉖ (나)에서 손가락을 C에서 떼어내면 B와 C는 음(-)전하로 대전된다. 따라서 A와 C 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용한다.