

The background of the entire page is a repeating pattern of blue, stylized floral sprigs. Each sprig consists of a thin, dark brown stem with several small, rounded blue leaves or buds. The sprigs are scattered across the white background, creating a delicate and decorative texture.

메가 N제

전기장과 전위차

Infinite devotion to the assignment

전기장과 전위차

1 전기력

전하를 띤 입자 A를 간단히 전하 A라고 표현하기도 한다.

(1) **전하**: 전기 현상을 일으키는 물질의 고유한 속성을 전하라고 하며, 전하에는 양(+), 음(-) 전하 2종류가 있다.

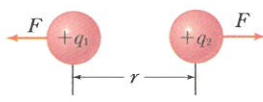
- ① **전하량**: 물질이 지닌 전하의 양으로, 단위로는 C[쿨롬]을 사용한다.
- ② **기본 전하**: 전자 1개의 전하량의 절댓값 또는 양성자 1개의 전하량을 기본 전하 e 라고 한다. $\rightarrow e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

(2) **전기력**: 전하를 띤 두 물체 사이에 작용하는 힘 **자료 1**

- ① **방향**: 같은 종류의 전하 사이에는 서로 밀어내는 척력이, 다른 종류의 전하 사이에는 서로 끌어당기는 인력이 작용한다.
- ② **크기**: 두 전하 사이에 작용하는 전기력의 크기는 전하량의 곱에 비례하고, 두 전하 사이의 거리의 제곱에 반비례한다. 이를 쿨롱 법칙이라고 한다.

쿨롱 법칙

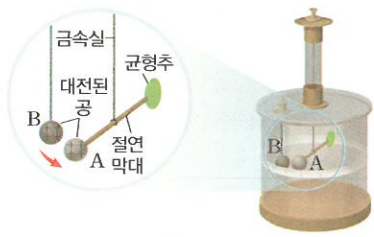
전하량이 각각 q_1, q_2 인 두 점전하가 거리 r 만큼 떨어져 있을 때 작용하는 전기력의 크기 F 는 다음과 같다.



$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (\text{쿨롱 상수 } k \approx 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2)$$

③ **비틀림 저울**: 쿨롱은 비틀림 저울을 활용하여 두 금속구 사이에 작용하는 전기력의 크기를 측정하였다.

비틀림 저울을 이용한 전기력 측정



- 회전할 수 있는 금속실에 절연 막대를 연결하고, 절연 막대 한쪽 끝에 전하를 띤 금속구 A를 고정한다.
- 전하를 띤 금속구 B를 A에 가까이 하고, 금속실이 회전하는 각도를 측정하여 전기력의 크기를 측정한다.

2 전기장 **자료 2**

(1) **전기장**: 전하는 주위에 전기장을 형성하며, 전기장 안에 다른 전하를 놓으면 전기력이 작용한다.

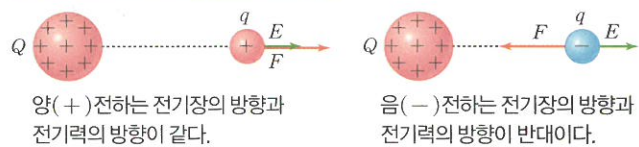
① **세기**: 전기장 안에 전하량이 q 인 전하를 놓을 때, 전하에 작용하는 전기력의 크기가 F 이면 전기장의 세기 E 는 다음과 같다.

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

② **방향**: 전기장 안에서 단위 양(+) 전하가 받는 전기력의 방향

양(+) 전하 주위의 전기장	음(-) 전하 주위의 전기장
양(+) 전하에서 나오는 방향으로 형성된다.	음(-) 전하로 들어가는 방향으로 형성된다.

(2) **전기장 안에서 전기력의 방향**: 양(+) 전하는 전기장 방향으로, 음(-) 전하는 전기장과 반대 방향으로 전기력을 받는다.



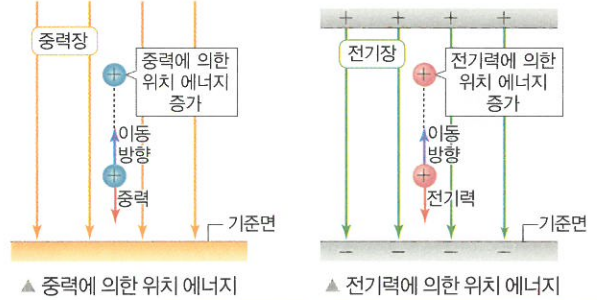
3 전위와 전위차

(1) **전위** **자료 3** **자료 4**

① **전기력에 의한 위치 에너지**: 세기가 E 인 균일한 전기장 안에서 전하량이 q 인 입자에 작용하는 전기력이 qE 이므로, 기준면으로부터 거리가 d 이면 전기력에 의한 위치 에너지는 $U = qEd$ 이다.

중력에 의한 위치 에너지와 전기력에 의한 위치 에너지의 비교

중력장 안에서 물체를 중력 반대 방향으로 들어 올려 물체에 일을 하면 물체의 중력에 의한 위치 에너지가 증가한다. 마찬가지로 전기장 안에서 양(+) 전하를 전기력과 반대 방향으로 움직여 양(+) 전하에 일을 해주면 양(+) 전하의 전기력에 의한 위치 에너지가 증가한다.



② **전위**: 단위 전하당 전기력에 의한 위치 에너지를 전위라 하고, 전기력에 의한 위치 에너지가 U 이면 전위 V 는 다음과 같다.

$$V = \frac{U}{q} \quad [\text{단위: V(볼트), } 1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}]$$

③ **전기장의 방향과 전위**: 중력에 의한 위치 에너지가 가장 빠르게 감소하는 방향이 중력의 방향이다. 이와 같이 전위가 가장 빠르게 감소하는 방향이 전기장의 방향이다.

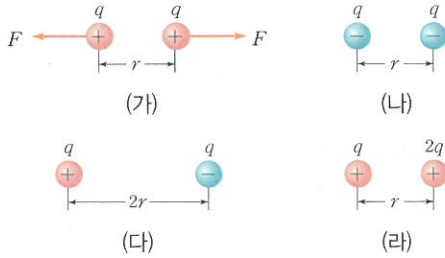
(2) **전위차**: 두 지점 사이의 전위의 차를 전위차 또는 전압이라고 한다.

다음 자료에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

자료 1 쿨롱 법칙

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림 (가)와 같이 전하량의 크기가 q 인 두 양(+)전하가 거리 r 만큼 떨어져 있을 때, 두 점전하 사이에는 서로 밀어내는 방향으로 크기가 F 인 전기력이 작용한다. 그림 (나)~(라)는 두 점전하의 전하량의 크기와 종류, 떨어진 거리를 나타낸 것이다.

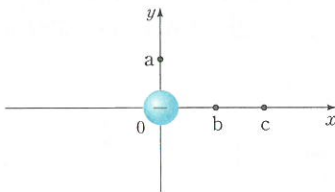


- 188 (나)에서 두 전하 사이에 작용하는 전기력의 크기는 (가)에서와 같다. ○/×
- 189 (나)에서 두 전하 사이에 작용하는 전기력의 방향은 (가)에서와 반대이다. ○/×
- 190 (다)에서 두 전하 사이에 작용하는 전기력의 크기는 $\frac{1}{2}F$ 이다. ○/×
- 191 (라)에서 두 전하 사이에 작용하는 전기력의 크기는 $2F$ 이다. ○/×

자료 2 전기장과 전위

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림은 xy 평면의 원점에 음(-)전하가 고정되어 있는 것을 나타낸 것이다. 점 a, b, c는 x 축 또는 y 축상의 점이다.

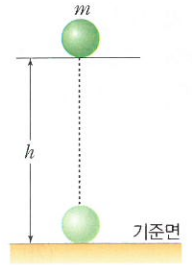


- 192 a에 양(+)전하를 놓으면, 이 전하에는 $+y$ 방향으로 전기력이 작용한다. ○/×
- 193 a에서 전기장의 방향은 $-y$ 방향이다. ○/×
- 194 b와 c에서 전기장의 방향은 반대이다. ○/×
- 195 전기장의 세기는 b에서가 c에서보다 크다. ○/×
- 196 전위는 b에서가 c에서보다 크다. ○/×

자료 3 중력에 의한 위치 에너지

미래엔, 비상, 천재

그림은 중력 가속도가 g 인 균일한 중력장 안에 질량 m 인 물체가 기준면으로부터 높이 h 인 지점에 있는 것을 나타낸 것이다.

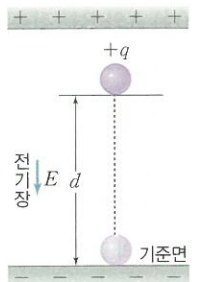


- 197 물체에 작용하는 중력의 크기는 mg 이다. ○/×
- 198 기준면으로부터 물체를 높이 h 까지 들어 올리는 데 필요한 일은 mgh 이다. ○/×
- 199 물체의 중력에 의한 위치 에너지는 $\frac{1}{2}mgh$ 이다. ○/×
- 200 기준면으로부터 물체를 높이 h 까지 들어 올리는 동안 높이가 높아질수록 물체에 작용하는 중력의 크기가 증가한다. ○/×

자료 4 전기력에 의한 위치 에너지와 전위

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림은 세기가 E 인 균일한 전기장 내에 전하량이 $+q$ 인 물체가 기준면으로부터 d 만큼 떨어진 지점에 있는 것을 나타낸 것이다.



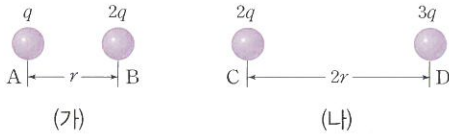
- 201 물체에 작용하는 전기력의 크기는 qE 이다. ○/×
- 202 기준면으로부터 d 만큼 떨어진 지점까지 물체를 이동시키는 데 필요한 일은 qEd 이다. ○/×
- 203 물체의 전기력에 의한 위치 에너지는 qEd 이다. ○/×
- 204 물체의 전위는 $2Ed$ 이다. ○/×
- 205 균일한 전기장 안에서 (+)극판에 가까울수록 전위가 작다. ○/×

1 전기력

학교빈출

206

그림 (가)는 점전하 A, B가, (나)는 점전하 C, D가 각각 거리 $r, 2r$ 만큼 떨어져 고정되어 있는 것을 나타낸 것이다. A, B, C, D의 전하량의 크기는 각각 $q, 2q, 2q, 3q$ 이고, A에 작용하는 전기력의 크기는 F 이다.



D에 작용하는 전기력의 크기는?

- ① F
- ② $3F$
- ③ $\frac{3}{2}F$
- ④ $\frac{1}{4}F$
- ⑤ $\frac{3}{4}F$

207

다음은 전기력을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 그림과 같이 크기가 같은 금속구 A, B를 각각 전하량 $+q, -3q$ 로 대전시켜 거리 d 만큼 떨어뜨린 후, 전기력의 크기와 방향을 측정한다.
 (나) A와 B를 접촉시켰다가 거리 d 만큼 떨어뜨린 후 과정 (가)를 반복한다.

[실험 결과]

	전기력의 크기	전기력의 방향
(가)의 결과	㉠	인력
(나)의 결과	F	㉡

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B의 크기는 무시한다.)

보기

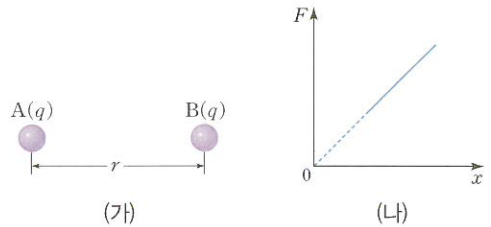
- ㉠. ㉠은 $3F$ 이다.
- ㉡. ㉡은 척력이다.
- ㉢. (가)에서 A와 B 사이의 거리를 $2d$ 로 증가시키면 전기력의 크기는 $\frac{1}{2}$ 배로 감소한다.

- ① ㉠
- ② ㉡
- ③ ㉢
- ④ ㉠, ㉡
- ⑤ ㉡, ㉢

208

난이도 상

그림 (가)는 전하량이 q 로 같은 두 점전하 A, B 사이의 거리 r 를 변화시키면서 A, B 사이에 작용하는 전기력의 크기 F 를 측정하는 것을 나타낸 것이고, (나)는 측정 결과를 그래프로 나타낸 것이다.

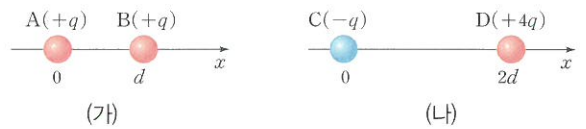


(나)에서 x 로 타당한 것은?

- ① r
- ② r^2
- ③ $\frac{1}{r}$
- ④ $\frac{1}{r^2}$
- ⑤ $\frac{1}{\sqrt{r}}$

209

그림 (가)는 x 축상의 $x=0$ 과 $x=d$ 에 전하량이 $+q$ 인 점전하 A, B가 고정되어 있는 것을 나타낸 것이고, (나)는 x 축상의 $x=0$ 과 $x=2d$ 에 전하량이 각각 $-q, +4q$ 인 점전하 C, D가 고정되어 있는 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

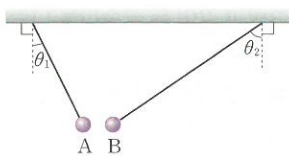
보기

- ㉠. A와 C에 작용하는 전기력의 크기는 같다.
- ㉡. B와 C에 작용하는 전기력의 방향은 반대이다.
- ㉢. (나)에서 x 축상의 C와 D 사이에 전기장이 0인 지점이 존재한다.

- ① ㉠
- ② ㉡
- ③ ㉢
- ④ ㉠, ㉢
- ⑤ ㉡, ㉢

210 서술형

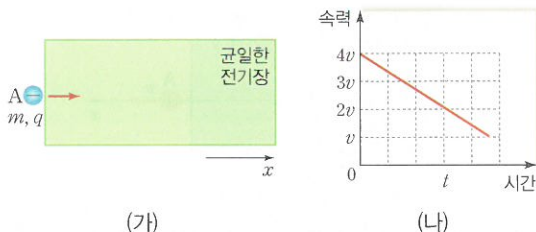
그림과 같이 대전된 도체구 A, B가 절연된 실에 매달려 동일한 수평면 상에 정지해 있다. A, B를 연결한 실이 연직 방향과 이루는 각은 각각 θ_1 , θ_2 이다. $\theta_2 > \theta_1$ 이고 A, B의 크기는 무시한다. A가 B에 작용하는 전기력의 크기와 B가 A에 작용하는 전기력의 크기를 비교하고, 그 까닭을 서술하시오.



✔최다오답

213

그림 (가)와 같이 균일한 전기장 영역에 질량이 m 이고 전하량의 크기가 q 인 음(-)전하 A가 입사하여 $+x$ 방향으로 운동한다. 그림 (나)는 균일한 전기장 영역에 입사하는 순간부터 A의 속력을 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, A의 크기는 무시한다.)

보기

ㄱ. A에 작용하는 알짜힘의 크기는 $\frac{2mv}{t}$ 이다.
 ㄴ. 전기장의 방향은 $+x$ 방향이다.
 ㄷ. 전기장의 세기는 $\frac{2mv}{qt}$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2 전기장

211

그림과 같이 x 축상의 $x=0$ 과 $x=3d$ 에 점전하 A, B가 고정되어 있다. x 축상의 $x=d$ 에서 전기장의 방향은 $-x$ 방향이고, $x=5d$ 에서 전기장은 0이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?



보기

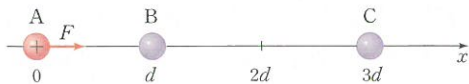
ㄱ. A는 음(-)전하이다.
 ㄴ. 전하량의 크기는 A가 B보다 크다.
 ㄷ. x 축상의 $x=6d$ 에서 전기장의 방향은 $+x$ 방향이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

▶고빈출

212

그림과 같이 축상의 $x=0, x=d, x=3d$ 에 점전하 A, B, C가 고정되어 있다. 양(+)전하인 A에는 $+x$ 방향으로 크기가 F 인 전기력이 작용하고, B에 작용하는 전기력은 0이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

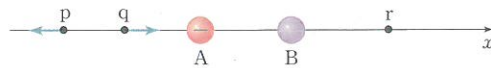
보기

ㄱ. C는 음(-)전하이다.
 ㄴ. 전하량의 크기는 C가 A의 4배이다.
 ㄷ. x 축상의 $x=2d$ 에서 전기장의 방향은 $+x$ 방향이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

214 서술형

그림은 x 축상에 고정된 두 점전하 A, B에 의한 점 p, q에서의 전기장 방향을 나타낸 것이다. A는 음(-)전하이므로, p, q, r는 x 축상에 고정된 점이다.



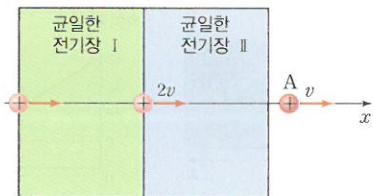
(1) B의 전하의 종류를 쓰고, 그 까닭을 서술하시오.

(2) r에서 전기장의 방향을 까닭과 함께 서술하시오.

STEP 2 학교 기출 문제로 대신 대비하기

215

그림과 같이 양(+)전하 A가 x 방향으로 운동하여 균일한 전기장 I, II를 통과한다. I, II에 형성된 전기장은 세기가 같고 방향이 반대이며, I, II에서 A가 운동한 거리는 같다. I, II의 경계에서 A의 속력은 $2v$ 이고, II를 통과한 후 A의 속력은 v 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, A의 크기는 무시한다.)

보기

- ㄱ. I에서 전기장의 방향은 $+x$ 방향이다.
- ㄴ. I에 입사하는 순간 A의 속력은 v 이다.
- ㄷ. II에서 A에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$ 방향이다.

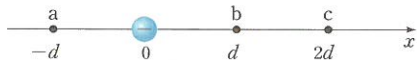
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

3 전위와 전위차

※ 고빈출

216

그림과 같이 x 축상의 원점에 음(-)전하가 고정되어 있다. 점 a, b, c는 각각 x 축상의 $x=-d, x=d, x=2d$ 인 점이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

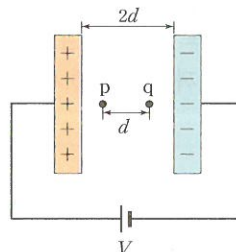
보기

- ㄱ. 전기장의 세기는 a에서가 c에서보다 크다.
- ㄴ. 전위는 b에서가 c에서보다 높다.
- ㄷ. a, b 사이의 전위차의 크기는 b, c 사이의 전위차의 크기보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

217

그림과 같이 두 금속판을 나란하게 놓고, 전압이 V 인 직류 전원에 연결하여 완전히 충전하였다. 두 금속판 사이에 세기가 E 인 균일한 전기장이 형성되었다. 두 금속판 사이의 간격은 $2d$ 이고, 고정된 점 p, q 사이의 간격은 d 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, p, q를 연결한 직선은 균일한 전기장의 방향에 나란하다.)

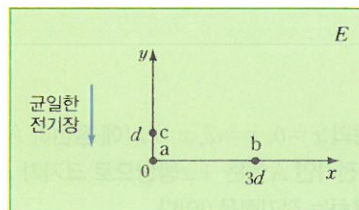
보기

- ㄱ. $E = \frac{V}{d}$ 이다.
- ㄴ. 전위는 p에서가 q에서보다 높다.
- ㄷ. p, q 사이의 전위차는 $\frac{V}{d}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

218 서술형

그림은 $-y$ 방향으로 형성된 세기가 E 인 균일한 전기장 안의 점 a, b, c를 나타낸 것이다. a는 원점, b는 x 축상의 $x=3d$ 인 점, c는 y 축상의 $y=d$ 인 점이다.



(1) a, b 사이의 전압의 크기를 V_{ab} , a, c 사이의 전압의 크기를 V_{ac} 라고 할 때, V_{ab} 와 V_{ac} 를 비교하고, 그 까닭을 서술하시오.

(2) V_{ac} 를 풀이 과정과 함께 구하시오.