

1

전기장과 전기 에너지

어떤 돌고래는 주둥이 끝으로 해저의 진흙을 뒤집어 작은 물고기를 잡아먹는다. 돌고래는 진흙 속 물체를 어떻게 감지 할까? 어류를 포함한 거의 모든 생물체는 근육과 뇌세포에서 미세한 전기장을 만드는데, 이를 감지해 먹잇감을 찾는 것이다. 이 단원을 학습하면서 전기장에 대해 알아보자.

- 01 전기장과 전위차
- 02 소비 전력과 전기 안전
- 03 축전기

학습할 내용을 알아보고, 스스로 학습 계획을 세워 봅시다.

단원 연계

중학교 과학 전기와 자기

이 단원의 내용 전기력, 전기장, 전위, 전위차, 소비 전력, 축전기

전자기와 양자 전자기적 상호작용

성취 기준 확인

지식·이해 전기장과 전위차, 소비 전력, 축전기를 설명할 수 있다.

과정·기능 저항의 직렬연결과 병렬연결에서 전류와 전압을 측정하여 비교할 수 있다.

가치·태도 이 단원에서 배운 과학 원리가 생활 속 다양한 제품에 활용된다는 것을 인식하고 일상생활에서 전기 안전을 실천할 수 있다.

스스로 계획

알고 있는 것에 표를 해 보고, 더 알고 싶은 내용을 써 보자.

<input type="checkbox"/> 전하	<input type="checkbox"/> 전기력	<input type="checkbox"/> 전기장
<input type="checkbox"/> 전위차	<input type="checkbox"/> 전류	<input type="checkbox"/> 전압
<input type="checkbox"/> 저항	<input type="checkbox"/> 옴의 법칙	<input type="checkbox"/> 전기 에너지
<input type="checkbox"/> 소비 전력	<input type="checkbox"/> 축전기	

나는 _____ 을/를 더 알고 싶다.

01

전기장과 전위차

학습 목표 전하를 띤 입자들이 전기장과 전위차를 형성하여 서로 전기적으로 상호작용 하는 것을 설명할 수 있다.

손목에 착용하는 스마트 기기로 심장에서 오는 신호를 측정하기도 한다. 어떻게 피부에서 인체 내부에 있는 심장의 신호를 감지할 수 있을까?



전기장

전하를 띤 두 물체 사이에는 **전기력**이 작용한다. 그림 II-1에서 두 전하 사이의 거리를 r , 전하량을 각각 q_1, q_2 라고 할 때 두 전하 사이에 작용하는 전기력의 크기 F 는 다음과 같다.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad [\text{단위: N}]$$

이것을 **쿨롱 법칙**이라고 한다. 전기력의 방향은 전하의 종류가 다를 때는 서로 끌어당기는 방향이고, 전하의 종류가 같을 때는 서로 밀어 내는 방향이다.

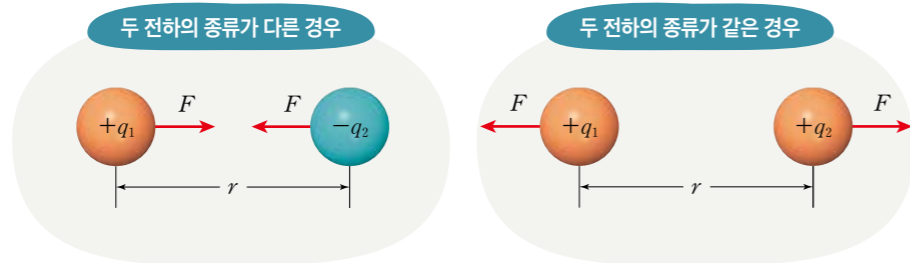


그림 II-1 두 전하 사이의 전기력

접촉하지 않은 두 전하 사이에 전기력이 어떻게 작용하는 것일까? 전하를 띤 입자는 주위 공간에 **전기장**을 만들고, 전기장 속에 놓인 전하는 전기력을 받는다. 즉, 전기장을 통해 전하들 사이에 서로 전기력이 작용하는 전기적 상호작용이 일어난다.

전기장의 방향과 세기는 전기장 내에 단위 양전하(+1 C)를 놓았을 때 그 전하가 받는 전기력의 방향과 크기로 정의한다.

(+)전하 주위에 놓인 단위 양전하에는 밀어 내는 힘이 작용하고, (-)전하 주위에 놓인 단위 양전하에는 끌어당기는 힘이 작용한다. 따라서 전기장의 방향은 그림 II-2와 같이 (+)전하 주위에서는 전하로부터 멀어지는 방향이고, (-)전하 주위에서는 전하를 향하는 방향이다.

전기장 속의 한 점에 놓인 전하량이 q 인 전하가 받는 전기력의 크기가 F 일 때 그 점에서 전기장의 세기 E 는 전기력의 크기 F 를 전하량 q 로 나눈 값과 같다.

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

1 N/C은 전하량이 +1 C인 전하가 1 N의 전기력을 받을 때 전기장의 세기이다. 다음 활동을 하면서 가상의 공간에 만들어진 전기장을 관찰해 보자.

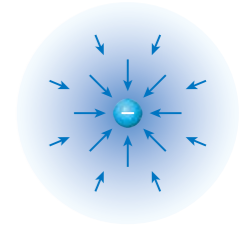
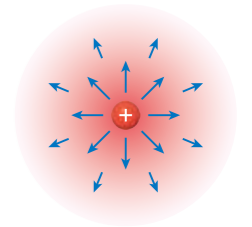


그림 II-2 전하 주위의 전기장의 방향

디지털 해보기

문제 해결 능력

가상 현실(VR)을 이용하여 전기장 관찰하기

- 인터넷에서 가상 현실(VR), 증강 현실(AR) 등으로 전기장을 표현한 영상 자료를 검색한다.
 - (+)전하와 (-)전하 주위에 형성된 전기장의 모습, 방향 등을 관찰한다.
- (+)전하와 (-)전하 주위에서 전기장의 방향은 각각 어떠한가?



전기장은 전하 분포에 따라 달라진다. 그림 II-3과 같이 평행한 두 금속판에 같은 양의 (+)전하와 (-)전하가 각각 대전되어 있다면, 두 금속판 사이에는 세기와 방향이 균일한 전기장이 만들어진다.



그림 II-3 평행한 두 금속판 사이의 전기장

스스로 확인

- ()의 방향과 세기는 전하량이 +1 C인 전하를 어떤 지점에 놓았을 때, 이 전하가 받는 힘의 방향과 크기로 정의한다.
- 음(-)전하가 전기장 속에서 받는 전기력의 방향은 전기장의 방향과 (같다, 반대이다).

가상 현실



준비물

- 스마트 기기
- VR 안경

활동 길잡이

'Electric Field'로 검색하면 더 다양한 전기장 관련 자료를 찾을 수 있다.

연계 중학교 과학
전기력에 대해 배웠다.

전하량의 단위
전하량의 단위로 C(쿨롱)을 사용한다. 1 C은 약 6.25×10^{18} 개의 전자가 가지는 전하량이다.

쿨롱 법칙의 비례 상수
 k 는 비례 상수로 진공에서 약 $9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ 이다.

* 전기장
전하 주변에 형성되는, 전기력이 작용하는 공간이다.

전위와 전위차

질량이 있는 물체가 중력에 의한 위치 에너지를 갖는 것처럼 전하를 띤 물체는 전기장 안에서 **전기력에 의한 위치 에너지**를 갖는다. 그림 II-4는 중력에 의한 위치 에너지와 전기력에 의한 위치 에너지를 비교해 나타낸 것이다. 지표면 근처에서 질량 m 인 물체는 연직 아래 방향으로 중력 mg 를 받는다. 이 물체를 거리 h 만큼 들어 올리기 위해서 물체에 해 준 일 mgh 는 중력에 의한 위치 에너지로 저장된다.

아래 방향으로 균일한 전기장 E 가 형성된 공간에 있는 전하 $+q$ 는 전기장의 방향으로 전기력 qE 를 받는다. 이 전하를 전기력과 반대 방향으로 거리 d 만큼 옮기기 위해 전하에 해 준 일 qEd 는 전기력에 의한 위치 에너지 U 로 저장된다.

$$U = qEd$$

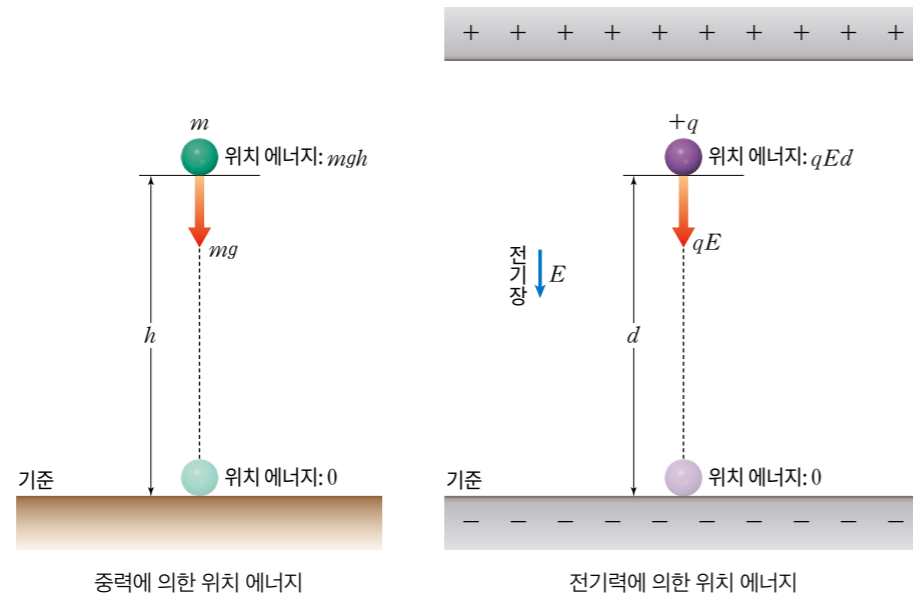


그림 II-4 중력에 의한 위치 에너지와 전기력에 의한 위치 에너지의 비교

연계 전자기와 양자

전기장과 전위를 선이나 면으로 시각화한 자료로부터 전기장의 세기와 방향을 추리하는 것을 '전자기적 상호작용' 단원에서 배운다.

단위 전하당 전기력에 의한 위치 에너지를 **전위**라고 한다. 전위 V 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$V = \frac{U}{q} \quad [\text{단위: V(볼트)}]$$

특히 전기장이 E 로 일정할 때 $U = qEd$ 이므로 $V = Ed$ 가 성립한다. 전기장 내 두 지점 사이의 전위의 차를 **전위차** 또는 **전압**이라고 한다. 전위는 기준점에 따라 달라지지만, 전위차는 기준점과 관계없다. 전위와 전위차의 단위로 V를 사용한다. 1 V는 1 J/C와 같은 단위이다.

그림 II-5와 같이 (+)전하를 띤 **점전하** 주위에서 전위는 (+)전하에 가까울수록 높다. 임의의 두 지점 A, B에서의 전위가 각각 V_A , V_B 일 때 전하량이 q 인 (+)전하를 A에서 B로 이동시키는 데 필요한 일을 W 라고 하면, A와 B 사이의 전위차 ΔV 는 다음과 같다.

$$\Delta V = V_B - V_A = \frac{W}{q}$$

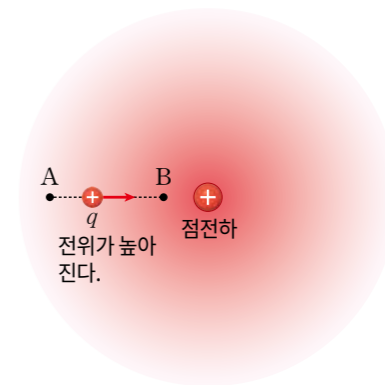


그림 II-5 전기장 내 A와 B 사이의 전위차

*** 점전하**
크기가 아주 작은 입자에 대전되어 있는 전하이다. 점전하는 부피가 없고 전하량만 가진다.

그림 II-6은 전위차를 이용해 심장 질환을 찾아내는 심전도 검사를 나타낸 것이다. 심전도 검사는 여러 개의 전극을 피부에 부착하고 심장 근육이 수축, 이완할 때 발생하는 전위차를 측정함으로써 심장의 전기 활동 상태를 분석한다. 건강한 심장은 전기 신호가 퍼져 나가면서 질서 있는 파형을 보이는 반면, 부정맥과 같은 심장 질환이 있는 경우 불규칙적인 파형이 나타난다.

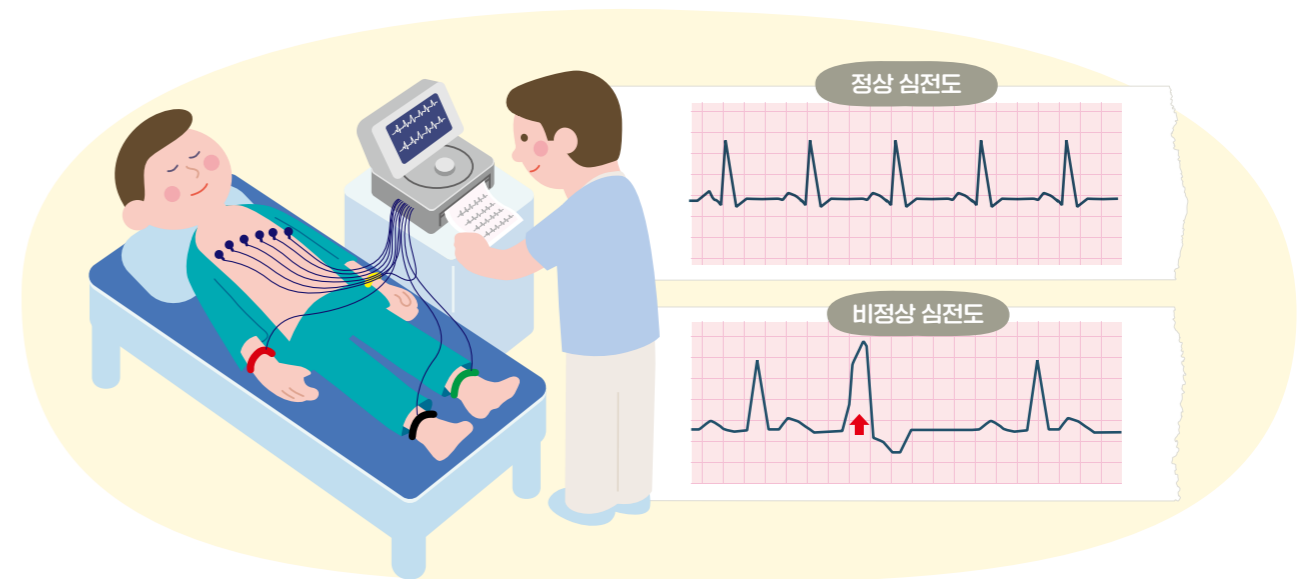


그림 II-6 전위차를 이용해 심장 질환을 찾아내는 심전도 검사

스스로 확인

- ()은/는 단위 전하당 전기력에 의한 위치 에너지이고, 단위로 ()을/를 사용한다.
- 심전도 검사는 피부에 부착한 전극 사이의 ()을/를 측정하여 심장 박동의 상태를 진단한다.

스스로 정리

공유 이 단원에서 배운 전기장, 전위, 전위차의 뜻을 이용하여 '전기장' 또는 '전위차' 삼행시를 만들어 공유 플랫폼에 공유해 보자.