

03

축전기

학습 목표 축전에서 전기 에너지를 저장하는 원리가 각종 센서와 전기 신호 입력 장치 등 실생활 제품에서 활용됨을 알고 설명할 수 있다.

녹음실에서 주로 사용하는 콘덴서 마이크는 어떻게 미세한 소리까지 전기 신호로 만들 수 있을까?



축전에서 전기 에너지를 저장하는 원리

휴대 전화, 컴퓨터, 모니터 등 우리가 사용하는 대부분의 전기 기구에는 전하를 저장하는 장치인 축전기가 들어 있다. 그림 II-18은 축전기의 기본 구조를 나타낸 것이다.

여러 가지 축전기

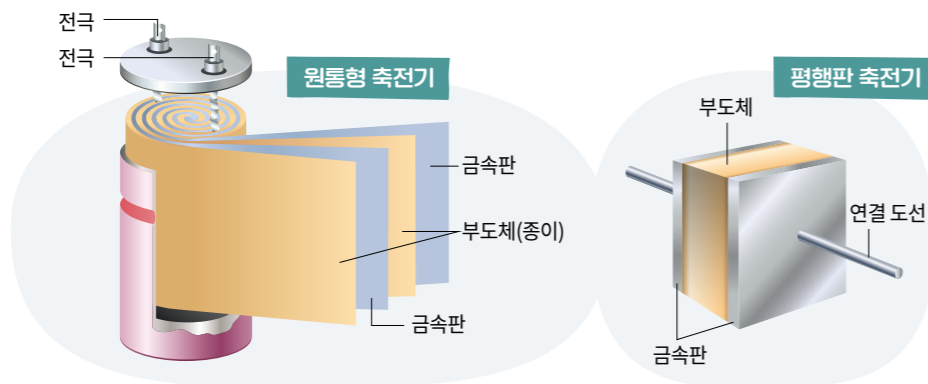
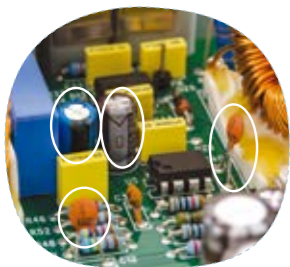


그림 II-18 축전기의 기본 구조

그림 II-19와 같이 축전기를 전지에 연결하면 전자는 도선을 따라 금속판 A에서 전지의 (+)극 쪽으로 이동하고, 전지의 (-)극에서 금속판 B 쪽으로 이동한다. 따라서 금속판 A는 (+)전하를 띠고 B는 (-)전하를 띤다. 이때 전지가 한 일만큼 축전기에는 전기 에너지가 저장된다. 이와 같이 축전기에 전하와 전기 에너지를 저장하는 것을 충전이라고 한다.

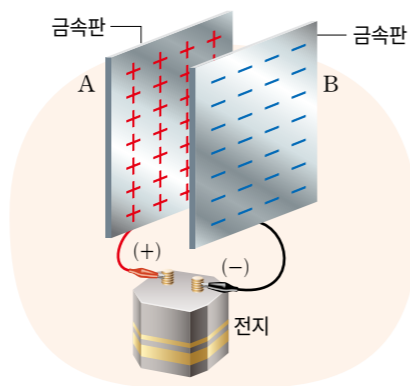


그림 II-19 평행판 축전기의 충전

그림 II-20은 축전기의 충전 과정을 나타낸 것이다. 그림 (나)와 같이 축전기를 회로에 연결해 충전할 때, 축전기 내부에는 A에서 B를 향하는 방향으로 균일한 전기장이 형성되고 A의 전위는 B의 전위보다 높다. 이때 두 금속판 사이의 전위차와 전지의 전압이 같아질 때까지 금속판에 전하가 저장된다. 즉, 축전기를 충전하는 동안에 축전기에 전기 에너지가 저장된다. 축전기를 충전한 후 그림 (다)와 같이 축전기와 전지의 연결을 끊어도 두 금속판에 저장된 전하는 변하지 않는다.

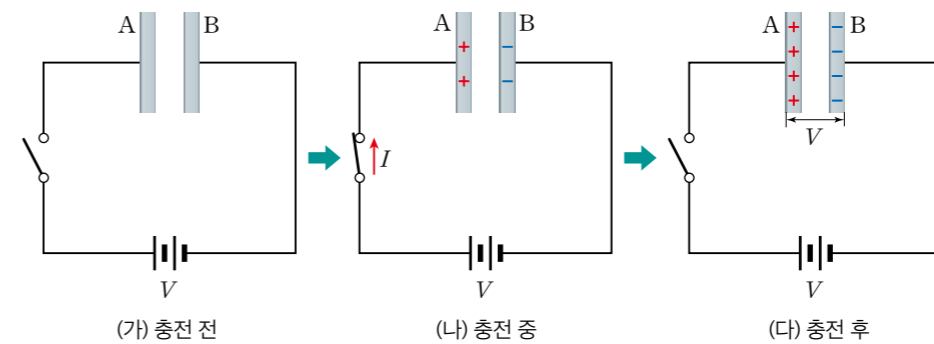
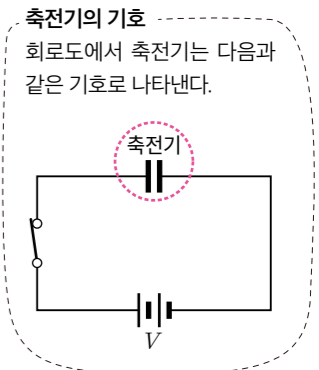


그림 II-20 축전기의 충전 과정



잠깐 활동

그림 II-20의 (나)에서 일어나는 에너지 전환에 대해 이야기해 보자.

충전된 축전기를 전구, 전동기, 저항 등에 연결하면 축전기에 저장된 전하가 이동하며 전류가 흐른다. 축전기에 저장된 전하가 회로를 따라 흘러 축전기의 전하량과 전기 에너지가 줄어드는 현상을 방전이라고 한다. 그림 II-21은 축전기의 방전 과정을 나타낸 것이다. 축전기가 방전되는 동안 축전기에 저장된 전기 에너지가 저항에서 소모된다. 축전기가 완전히 방전되었을 때 두 금속판 사이의 전위차는 0이 된다.

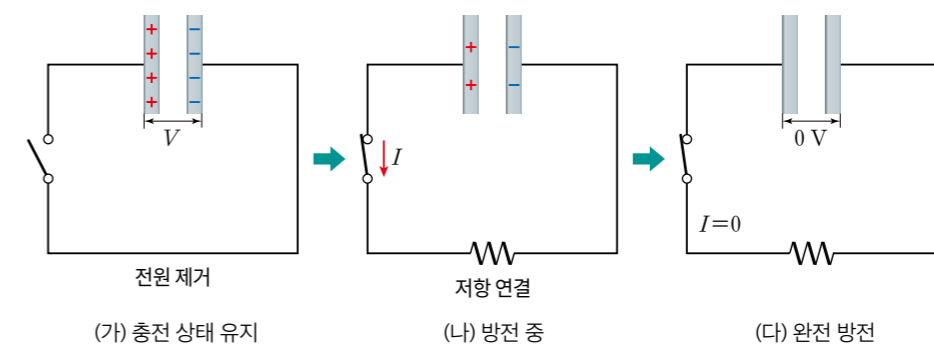


그림 II-21 축전기의 방전 과정



준비물
스마트 기기

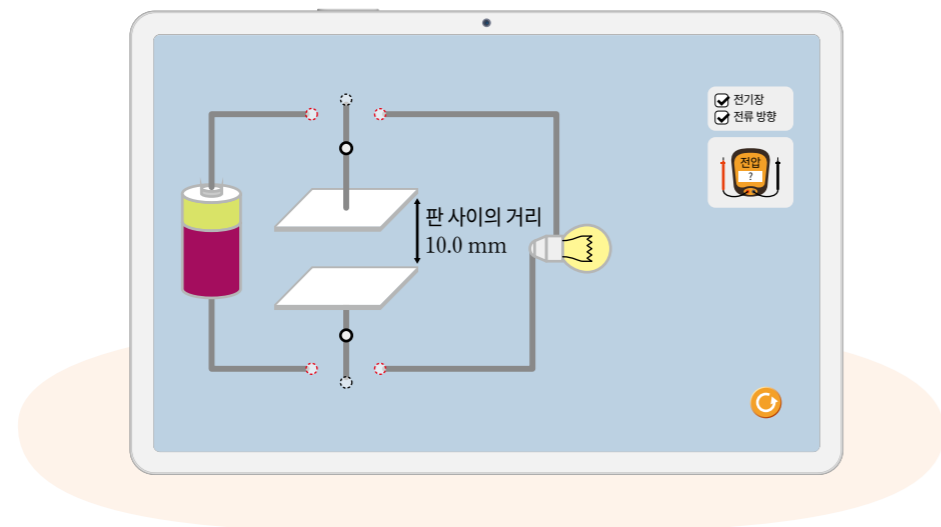
활동 길잡이
모의실험을 검색할 때 검색어를 구체적으로 입력하면 원활하게 찾을 수 있다.
(☞ 축전기 모의실험, 축전기 시뮬레이션 등)

디지털 해보기

모의실험으로 축전기의 충전과 방전 확인하기

탐구 능력

1. 인터넷에서 축전기의 충전과 방전 과정을 확인할 수 있는 모의실험을 제공하는 누리집을 찾는다.
2. 축전기를 전지에 연결하여 충전시킨다. 이때 자유 전자의 이동 방향, 축전기 금속판의 전하량 등을 관찰한다.
3. 충전된 축전기를 전구와 연결하여 방전시킨다. 이때 자유 전자의 이동 방향, 축전기 금속판의 전하량 등을 관찰한다.
4. 다시 축전기를 전지에 연결하여 충전시킨다. 축전기가 충전된 상태에서 금속판 사이의 간격을 좁히고 넓혀 보면서 자유 전자의 이동 방향, 축전기 금속판의 전하량 등을 관찰한다.



2, 3에서 관찰한 내용을 정리해 보자.

| 구분 | 자유 전자의 이동 | 축전기 금속판의 전하량 |
|-----------|-----------|--------------|
| 2 (충전) | | |
| 3 (방전) | | |

4에서 금속판의 간격을 좁힐 때와 넓힐 때 자유 전자의 이동 방향은 어떻게 달라지는가?



4에서 금속판의 간격을 좁혔다가 넓히는 것을 반복하면 회로에 흐르는 전류는 어떻게 될지 생각해 보자.



축전기가 연결된 회로에서 전류 변화

그림 II-22의 (가)와 같이 전지가 연결된 축전기가 완전히 충전되어 있을 때, 그림 (나)와 같이 축전기의 금속판 사이의 거리가 가까워지면 축전기에 더 많은 전하가 저장될 수 있다. 이때 축전기 양단의 전위차가 전지의 전압과 같아질 때까지 회로에는 전지에서 축전기의 (+)극판 쪽으로 전류가 흐른다.

반대로 그림 (다)와 같이 (가)의 상태에서 축전기의 금속판 사이의 거리가 멀어지면 축전기에 저장할 수 있는 전하량이 감소한다. 이때 축전기 양단의 전위차가 전지의 전압과 같아질 때까지 회로에는 축전기의 (+)극판에서 전지 쪽으로 전류가 흐른다.

연계 전자기와 양자

축전기의 특성과 회로에서의 역할을 '전자기적 상호작용' 단원에서 배운다.

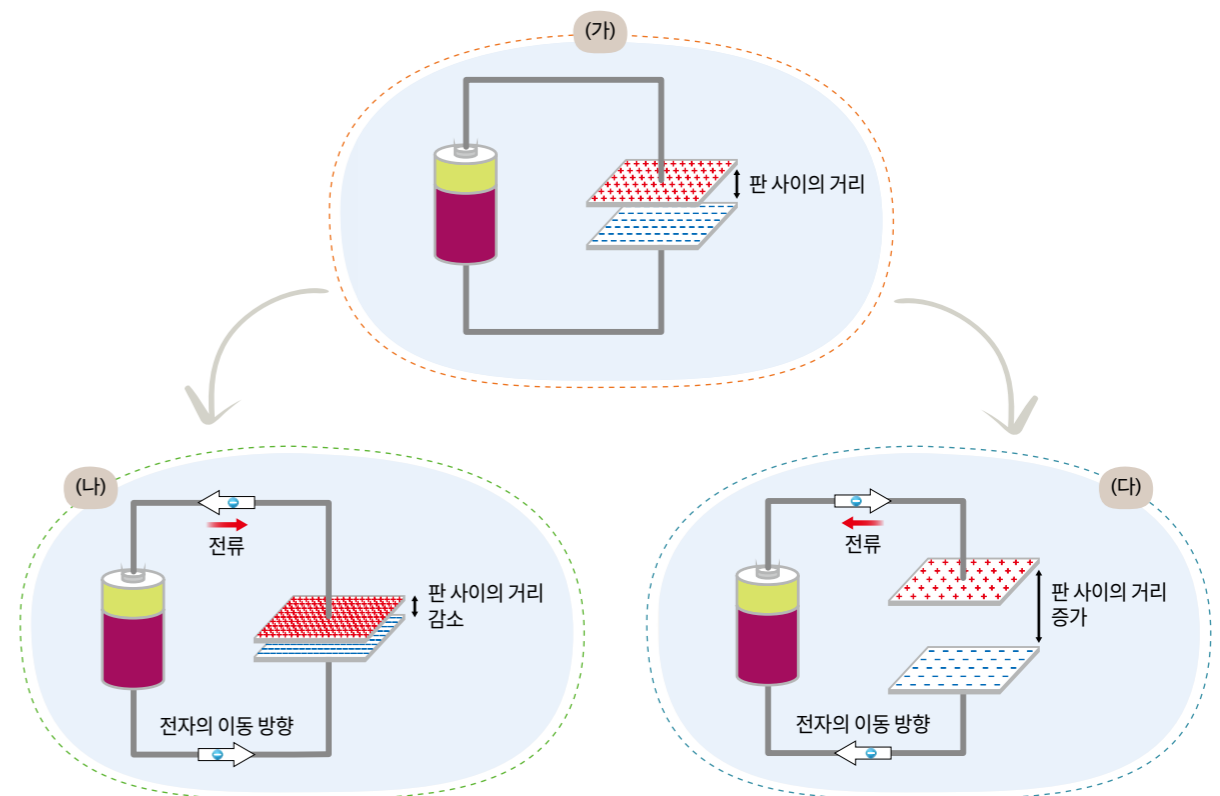


그림 II-22 축전기의 금속판 간격 변화에 따른 회로의 전류 변화

스스로 확인

1. 평행판 축전기를 충전할 때 전지의 (+)극과 연결된 금속판은 (+)전하를 띤다. (○, ×)
2. 충전된 축전기에 저항을 연결할 때 축전기에 저장되어 있던 전기 에너지가 저항에서 소모되는 것을 ()이라고 한다.

축전기의 활용

외부 신호에 따라 축전기의 특성이 변한다면 전류의 변화를 통해 신호를 인식할 수 있다. 이와 같은 원리는 각종 센서 및 전기 신호 입력 장치에 활용된다. 그림 II-23은 압력에 따라 축전기에 저장되는 전하량이 달라지는 특성을 이용하여 압력을 측정하는 전기 용량형 압력 센서이다. 이 센서는 회로에 흐르는 전류의 변화를 통해 외부 압력이 어떻게 변하는지 감지할 수 있다.

콘덴서 마이크는 그림 II-24와 같이 소리에 의해 축전기의 판 사이 거리가 변할 때 전류가 변하는 것을 이용해 소리를 전기 신호로 변환한다.

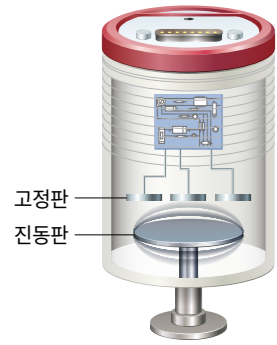
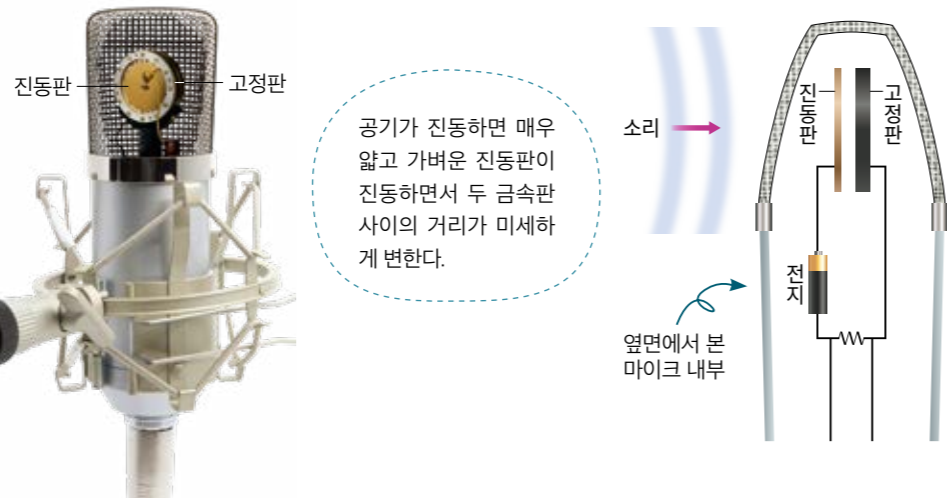


그림 II-23 전기 용량형 압력 센서의 내부 구조



공기가 진동하면 매우 얇고 가벼운 진동판이 진동하면서 두 금속판 사이의 거리가 미세하게 변한다.

그림 II-24 콘덴서 마이크에서 소리를 전기 신호로 변환하여 입력하는 원리

컴퓨터 자판 중에는 그림 II-25와 같이 축전기를 활용하는 종류가 있다. 글자판을 누르면 축전기에 저장된 전하량이 변해 글자판이 눌러졌다는 전기 신호가 발생한다. 휴대 전화의 터치스크린에도 축전기의 특성을 활용한다. 도체인 손가락이 터치스크린의 특정 지점에 닿으면 축전기의 두 전극 사이에 형성된 전기장이 변한다. 휴대 전화에서 이 변화를 분석해 스크린의 어느 지점을 눌렀는지 알아낸다.

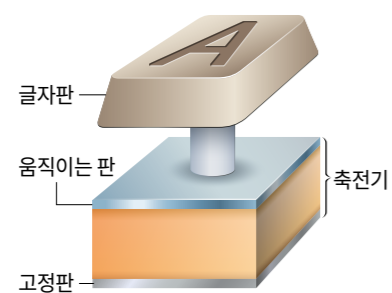


그림 II-25 축전기를 사용하는 컴퓨터 자판과 터치스크린

축전기를 이용하면 많은 양의 전하를 저장했다가 짧은 순간에 방전시킬 수 있다. 축전기의 이러한 특성은 그림 II-26과 같은 자동 심장 충격기(AED)와 카메라 플래시 등에 활용된다. 심장 기능이 정지했을 때 자동 심장 충격기를 사용하면 축전기에 저장한 전기 에너지로 심장을 강하게 자극하여 심장이 다시 박동하게 할 수 있다. 카메라의 플래시에서는 강한 빛을 발산하기 위해서 순간적으로 많은 전기 에너지가 필요하므로 축전기를 충전해 전기 에너지를 저장한다. 저장된 전기 에너지는 플래시를 터뜨리는 순간 모두 소비된다.



자동 심장 충격기

자동 심장 충격기의 충전 표시등이 켜졌을 때 심장 충격기 내부에 있는 축전기에 전하가 충전된다. 충전이 완료된 뒤 스위치를 누르면 짧은 순간 축전기가 방전되면서 큰 전류가 흘러 심장에 자극을 준다.

그림 II-26 자동 심장 충격기와 카메라 플래시에서 축전기의 활용



카메라 플래시

셔터를 누르면 축전기가 방전되면서 전기 에너지가 빛에너지로 전환되어 강한 빛을 순간적으로 발생시킨다.

축전기

램프

스스로 확인

- 1 콘덴서 마이크는 축전기에 있는 두 금속판 사이의 ()이 변할 때 전류가 변하는 것을 이용하여 소리를 전기 신호로 변환한다.
- 2 자동 심장 충격기는 축전기를 순간적으로 (충전, 방전)시켜 심장을 강하게 자극한다.

스스로 정리

공유 축전기의 특성을 이용하여 일상생활 속 불편함을 개선하는 아이디어를 떠올리고 공유 플랫폼에 공유해 보자.



전기 에너지의 무한 공급을 꿈꾼다

핵융합 발전

한국핵융합 에너지연구원 누리집



수소 연료 전지



풍력 발전기



태양 전지

태양 전지, 풍력, 수소 연료 전지, 핵융합과 같이 탄소 배출과 자원 고갈의 염려가 없는 지속가능한 에너지에 대한 관심과 수요가 점점 높아지고 있다. 이 중 핵융합 발전은 태양이 에너지를 만드는 원리를 활용하기 때문에 ‘인공 태양’이라고도 한다. 태양은 중심부에서 수소 원자핵이 핵융합을 하고, 이 과정에서 발생한 빛과 열에너지를 외부로 방출한다. 지구에는 태양 중심만큼의 고압 환경이 없으므로, 원자핵끼리 미는 힘을 이겨 내기 위해 핵융합 장치는 태양보다 훨씬 뜨거운 초고온 플라즈마를 만들어야 한다. 초고온 환경에서는 원자핵의 운동 에너지가 증가해 원자핵들이 충돌할 수 있기 때문이다.

핵융합 기술은 실현하기가 매우 까다롭지만 거의 무제한의 전기 에너지를 생산할 수 있다는 점 때문에 많은 나라에서 연구하고 있다. 우리나라에서도 초대형 국제 공동 핵융합 프로젝트인 국제핵융합실험로(ITER) 개발 사업에 참여하고 있다.

*** 플라즈마**
(+) 혹은 (-)로 이온화된 기체로서 원자핵과 자유 전자가 분리되어 뒤섞인 채 떠돌아다니는 상태이다.

국제핵융합실험로(ITER)



글쓰기

핵융합 에너지의 상용화에 성공한다면, 우리 사회의 모습은 어떻게 달라질지 상상하여 써 보자.



전기와 빛으로 공간에 색을 입히는

조명 기사

커리어넷 누리집



조명 기사는 음악회, 뮤지컬과 같은 무대 공연이나 영상물의 분위기에 맞는 조명 연출을 위해 각종 조명 기구를 설치하고 운용한다. 공연 또는 촬영 중에 콘솔을 조작하고, 공연이 끝나면 설치된 조명을 철거하고 관련 장비 및 조명 기구를 관리한다. 한국조명전기설비학회는 조명 전문가를 양성하는 자격 인증 교육을 실시하기도 한다.

측면 조명 탑을 수리하는 장면



어떤 역량을 가지면 좋을까?

- 심미적 감각과 창의적인 발상, 협업에 필요한 의사소통 능력
- 공연, 영상물 제작 전반에 대한 이해와 지식
- 전기, 통신 분야에 대한 전문 지식과 기술

어떻게 준비할까?

- 현장을 견학하여 간접 경험을 쌓는다.
- 영화나 방송, 인터넷 등을 통해 공연이나 영상물 제작 전반에 대해 알아보고 다양한 시청각 자료를 찾아본다.
- 대학교의 전기, 전자, 통신 관련 학과 또는 영상 제작, 방송 기술 관련 학과에서 공부한다.

조명을 제어하는 장치인 조명 콘솔



체험 학습

공연장이나 방송국의 무대 시설과 무대 뒤 공간 탐방을 계획해 보자.

