화학전지 DIY

Subject 01. 전지가 없는 세상

Subject 02. 화학 전지 공장 –
새로운 전지를 디자인하라

Subject 03. 전지가 있는 세상

Subject
01

전지가 없는 세상

우리 생활 속에서 전지가 널리 사용되고 있음을 확인하고, 전지 사용에 문제가 있었던 경험을 바탕으로 좋은 전지를 어떻게 설계할 수 있을지 알아봅시다.

학습목표

우리 주변에 존재하는 전지들의 예시를 알아보고, 좋은 전지의 평가 기준을 알아낼 수 있다.

학습문제 1. 우리는 얼마나 많은 전지를 사용하고 있을까?

학습문제 2. 전지가 잘 작동하지 않았던 경험이 있다면, 왜 그랬을까?

학습문제 3. 좋은 전지란 어떤 조건을 가지고 있는 전지일까?

들어가기

우리 생활 속에는 굉장히 많은 전자기기가 숨어있습니다. 특히, 외부의 전력선과 연결되지 않고 독자적으로 에너지를 공급받아 움직이는 소형 전자기기들은 전지로부터 전기 에너지를 공급받아 작동되며 리모컨, 탁상시계, 스마트폰, 손전등 등의 다양한 전기장치들처럼 그 내부에 들어있는 전지의 모양과 특성도 다양합니다.

[그림 1: 전자기기(컨트롤러)]

[그림 2: 전자기기(리모컨)]

[그림 3: 전자기기(손전등)]

생활 속에서 뿐만 아니라 상상 속의 영화나 게임 속에서도 전기에너지를 저장하는 다양한 장치들을 찾아볼 수 있습니다. 영화 '터미네이터'에서 사용되는 연료전지, 영화 '아이언 맨'에서 본체의 에너지원으로 사용되는 아크 리액터 등 에너지를 공급하기 위한 다양한 장치들이 존재합니다. 이렇게 전기 에너지를 저장하는 방식은 다르지만, 다양한 방식으로 전기 에너지를 활용하여 사용하는 모습을 확인할 수 있습니다.

[그림 4: 아크 리액터로 에너지를 공급받는 아이언 맨 수트]
(영화 '아이언 맨' 중에서)

그런데 이러한 전지들은 사용하는 과정에서 종종 문제가 발생할 때가 있습니다. 잘 작동하던 리모컨이 갑자기 작동하지 않거나, 손전등의 밝기가 약해져 어두운 곳을 확인하기 어렵거나, 가끔은 전자기기에 약간의 충격을 가해야 다시 작동하기 시작하는 경우도 있습니다. 만약, 이러한 문제가 더욱 심각해져서 생활 속에서 전지를 사용할 수 없는 상황이 된다면 무슨 일이 일어날까요?

Problem 1

우리 주변에서 전지를 사용하는 장치를 찾아보자

우리 주변에는 다양한 전자기기가 있습니다. 이 기기들을 찾아봅시다.

✍ 조사하기

주변에서 전지를 사용하는 다양한 전자기기를 찾아보고, 그 특징을 정리해봅시다.

번호	전자기기	전자기기와 사용되는 전지의 특성
예시	리모컨	- 버튼을 누를 때 신호를 발생시켜 외부 장치를 제어한다. - AA, AAA크기 건전지를 사용한다. - 건전지 한 개당 1.5 V의 정격 전압을 갖는다. - 건전지를 교체한 후 약 3-6개월 동안 사용할 수 있다.
1		
2		
3		

Problem 2

전지가 잘 작동하지 않았던 경험 공유하기

활동 1에서 찾아본 전자기기들이 잘 작동하지 않았던 상황을 생각해봅시다. 무슨 이유 때문에 전지가 작동하지 않았던 것일까요? 전지 자체의 문제였는지, 전지와 전자기기의 연결과 관련된 문제였는지도 생각해봅시다.

✍ 조사하기

***모둠원들이 각자의 사례를 함께 공유하여 기록해 보도록 합시다.**

용도에 맞지 않는 전지를 사용하여 문제가 되었던 경험이나, 전자기기를 사용하던 도중 전지의 문제로 인해 전자기기가 작동하지 않았던 경험을 공유해봅시다.

번호		생활 속 문제 경험
사례 1	제목	
	내용	
사례 2	제목	
	내용	

발생한 문제가 전지 자체의 문제였을지, 전지와 전자기기를 연결하는 과정의 문제였을지, 아니면 그 외의 다른 문제였을지 분석해봅시다.

번호	생활 속 문제 경험	
사례 1	제목	
	전지 자체의 문제	
	전지와 전자기기 사이의 문제	
	그 외의 문제	
사례 2	제목	
	전지 자체의 문제	
	전지와 전자기기 사이의 문제	
	그 외의 문제	

Problem 3

좋은 전지란 무엇일까?

활동 2에서 생각해본 문제점들을 바탕으로, 좋은 전지의 조건이 무엇인지 모둠별로 토의해보고 그 기준을 만들어봅시다.

✍ 정리하기

전지의 문제점을 해결하기 위한 방안에는 무엇이 있을지 생각해봅시다.

좋은 전지를 만들기 위해서는 어떤 조건이 만족되어야 하는지 모둠별로 정리해보고, 그 우선순위를 정해봅시다. 좋은 성능을 내는 것도 중요하지만 그 외에 더 생각해 볼 조건들이 있을지도 고려해 보세요.

중요도 (우선순위)	분류	전지의 조건
(예시)	성능과 관련된 문제 (O) 그 외의 문제( )	전기에너지를 오래 생산할 수 있어야 한다.
(예시)	성능과 관련된 문제 ( ) 그 외의 문제 (O)	전자기기와 연결이 쉬워야 한다.
	성능과 관련된 문제 ( ) 그 외의 문제 ( )	
	성능과 관련된 문제 ( ) 그 외의 문제 ( )	
	성능과 관련된 문제 ( ) 그 외의 문제 ( )	

📖 참고자료

1. 전지의 원리

반응성이 다른 두 금속을 전해질에 담그고 두 금속을 도선으로 연결하면 전류가 흐른다. 이는 반응성이 큰 금속이 이온화되어 용액에 녹고 이 때 발생하는 전자가 이동하여 전류가 형성되기 때문이다. (1) 이온화 경향이 작은 금속은 (+)극, 이온화 경향이 큰 금속은 (-)극이 된다. (2) 전지를 구성하는 두 금속간의 이온화 경향의 차가 클수록 전류의 세기는 커진다. (3) (+)극에서는 환원 반응이 일어나며 (-)극에서는 산화 반응이 일어난다. (4) 전자는 (-)극에서 (+)극 쪽으로 이동하고 전류는 이와 반대 방향으로 흐른다.

출처: 화학 전지 (통합논술 개념어 사전, 2007. 12. 15., 청서출판)

http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2117727&cid=47337&categoryId=47337

2. 우리 주변의 다양한 전지

오늘날 우리는 전지를 한 개 이상 휴대하고 다니는 삶을 살고 있다. 스마트폰이나 태블릿 PC, 손목에 찬 시계 등 각종 휴대용 전자기기들에 전지가 필수적으로 들어가기 때문이다.

[그림 5: 다양한 크기의 배터리]

알람시계나 장난감, 손목시계 등에 들어가는 전지는 건전지라고 한다. 건전지는 전해질과 화학 물질을 종이나 솜에 흡수시키거나 반죽된 형태로 만들어 유동성 액체를 사용하지 않은 전지를 말한다. 이들은 대부분 한 번 사용하고 버리는 1차 전지다. 1차 전지에는 알칼리 전지, 건전지, 수은 전지, 리튬 전지 등이 있으며, 2차 전지에는 니켈-카드뮴 전지, 니켈-수소 전지, 리튬이온 이차전지, 리튬이온폴리머 이차전지, 납축전지 등이 있다.

Subject
02

화학 전지 공장 – 새로운 전지를 디자인하라

창의적 공학 설계의 과정을 경험하면서 다양한 화학 전지를 설계해봅시다.

학습목표

창의적 공학 설계의 과정을 적용하여 다양한 화학 전지의 조합을 찾아 탐구 목표에 맞게 설계하고, 실험을 통해 새로운 지식을 구성할 수 있다.

학습문제 1. 볼타전지를 만들기 위해 볼타는 무엇을 준비했을까?

학습문제 2. 볼타의 준비물을 대체할 수 있는 다른 물질들은 무엇이 있을까?

학습문제 3. 각 재료들을 연결할 수 있는 조합의 방법은?

학습문제 4. 각 재료들을 조합하여 실험한 결과를 통해 알게 된 새로운 지식은?

들어가기

최초로 만들어진 전지로 알려진 볼타전지는 우리가 책에서 많이 보는 비이커에 구리와 아연 전극이 연결한 형태가 아니었습니다. 영국의 박물관에 전시된 볼타전지는 구리성분이 주성분인 구리동전과 아연동전사이에 소금물을 묻힌 천을 끼운 후 계속 쌓은 형태로, 여러 층이 쌓여 있는 형태이기 때문에 'Voltaic Pile'이라고 불렀습니다. 당시 볼타의 연구 결과가 게재된 논문을 보면 볼타가 다양하게 구리동전과 아연동전을 쌓아서 실험하였다는 사실을 알 수 있습니다.

1800년에 볼타가 최초로 전지를 만들었을 때에는 전자의 존재가 아직 밝혀지기 전이었으며 지금과 같이 전기화학

[그림 6: Voltaic Pile]

에 대한 과학 지식이 존재하기 전이기 때문에 전극 및 전선의 개념도 없었습니다. 당시 사람들에게 전기란 정전기의 형태로 마찰에 의해 발생한 전기를 라이덴병에 모아두는 정도였습니다. 볼타는 서로 다른 금속을 접촉시키면 전기가 만들어질 것이라고 생각하고 지금 우리가 알고 있는 전자, 전극, 전류, 전압, 전선 및 저항이라는 개념이 하나도 없는 상태에서 전지를 만들었습니다.

당시 볼타의 시대로 돌아가서 볼타의 다양한 시도를 분석해 가며 볼타의 전지로부터 화학 전지의 구성요소를 찾아봅시다. 그리고 각 구성요소를 대체할 물질들을 생각해보고 이러한 물질들로 구성된 다양한 전지의 조합을 찾아보도록 합시다. 이러한 조합대로 실험한 결과를 정량적으로 비교하고 이를 통해 각 요소와 그 요소의 기능을 연결하여 과학 지식을 스스로 구성해봅시다.

준비물 레몬, 감자, 오렌지, 사과, 포도, 귤, 감, 배, 토마토, 수박 등 각종 과일, 철, 구리, 알루미늄, 아연 막대, 각종 전선, 전압계, 전류계, LED 전구, 카메라, 노트

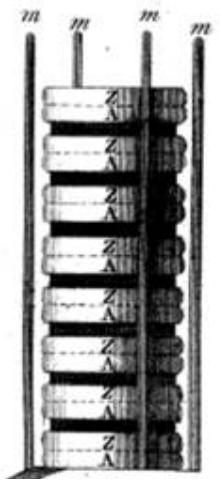
Problem 1

볼타의 준비물

1800년에 최초로 전지를 만든 볼타는 서로 다른 금속을 접촉시키면 전기가 발생할 것 이라는 생각을 가지고 다양한 실험을 진행했습니다. 그리하여 만들어 낸 것이 우리가 지금 볼타전지라고 부르는 화학 전지입니다. 당시 실제로 볼타가 만든 전지는 'Voltaic Pile'이라고 불리는 형태로, 우리가 알고 있는 볼타전지를 계속 쌓아 직렬 연결한 형태였습니다.

볼타가 자신의 연구를 발표할 당시에는 사진이 없었기에 자신의 실험을 그림으로 그려서 표현하였습니다. 볼타의 연구의 흔적을 찾아가면서 볼타는 어떤 실험들을 진행하였는지 살펴보고 화학 전지의 각 요소를 찾아봅시다.

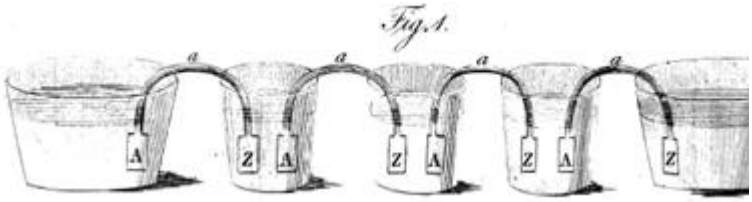
탐색하기



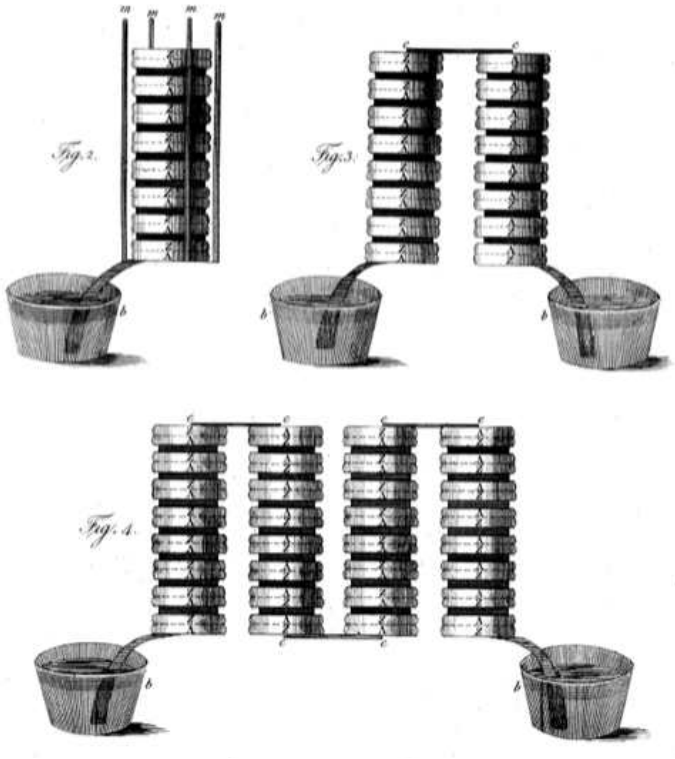
[그림 7: 볼타전지 모형도]

[그림 7]의 볼타전지 모형도는 1800년 Royal Society of London의 논문에서 인용한 그림으로, 실제 볼타가 논문에 사용했던 그림입니다. A와 Z는 각각 다른 금속을 나타내며 A와 Z의 사이의 검은색으로 표시된 부분은 소금물을 적신 헝겊을 표시한 것입니다.

가장 바닥에는 전선을 연결할 수 있도록 금속판이 연결되어 있으며 실제 박물관에 전시되어 있는 Voltaic Pile을 보면 제일 위의 판에도 금속판이 연결되어 밖으로 나와 있어 이 두 개의 금속판을 쉽게 연결하여 사용할 수 있도록 하였습니다.



[그림 8: 볼타의 실험1 소금물이 담긴 용기에 서로 다른 금속을 담가 금속선으로 연결]



[그림 9: 볼타의 실험2 다양한 형태의 Voltaic Pile]

볼타가 자신의 실험을 묘사한 그림을 보면 금속을 쌓고 서로 연결하는 방식을 다양하게 하고 있음을 알 수 있습니다. 이 그림에는 나타나지 않았지만 실제로 다양한 시도를 하면서 AZ소금물-ZA와 같이 A와 Z의 순서를 바꾸어 보기도 하고, 같은 배열 방법으로 쌓다가 배열의 순서를 뒤집어서 쌓은 것을 연결해 보기도 하는 등 다양한 시도를 하였다.

출처: Proc. R. Soc. Lond. 1800-1814, **1**, 27-29, 1800

✍ 조사하기

위의 다양한 볼타의 실험에 나타난 공통 요소들이 무엇인지 찾아봅시다.

위에서 제시한 각각의 요소가 어떤 역할을 하고 있을지에 대하여 자유롭게 자신의 생각을 적어봅시다.

요소	기능

위에 만들어진 다양한 전지의 효과를 전압계도 전류계도 없던 볼타는 어떻게 실험하였을까요? 답이 없는 질문이므로 자신의 생각을 자유롭게 적어봅시다.

Problem 2

화학 전지 공장 – 새로운 전지를 디자인하라

앞에서 볼타의 전지를 각 요소별로 나누어 보고 각 요소가 어떤 기능을 할지 생각해 보았습니다. 이번에는 각 요소를 대체할 수 있는 물질을 가능한 많이 생각해 보고, 그러한 물질들을 활용하여 다양한 조합을 찾고 실험해봅시다. 이 활동을 통해 각 요소는 어떤 기능을 하는지, 그리고 각각 다르게 연결되었을 때는 어떠한 결과를 갖는지를 서로 비교하여 보고 스스로 터득하게 된 과학지식을 다른 친구들과 나누어봅시다.

✍ 조사하기

*** 실험 가능하고 구입이 가능한 물질로 선택하도록 합시다.**

활동 1에서 볼타의 전지를 각 요소별로 나누어 보았습니다. 이번에는 각 요소를 다른 물질로 바꾸어 보려고 합니다. 어떤 재료로 바꾸어 보고 싶은지 또는 어떤 재료로 바꾸어질 수 있을지 모둠원들과 함께 이야기를 나누고 기록해봅시다.

볼타전지의 각 요소	사용해보고 싶은 물질들

실험해 보고 싶은 다양한 물질들을 생각해 보았나요? 이번에는 이러한 물질들을 활용하여 만들어 낼 수 있는 연결의 방법을 생각해봅시다. 그림으로 다양하게 나타낼 수도 있으며 기호를 활용하여 나타내도 좋습니다. 다양한 방법으로 연결의 방법을 가능한 많이 찾아내어 기록해봅시다.

*** 다양한 방법으로 표현할 수 있습니다.**

*** 한 눈에 연결의 방법이 쉽게 파악될 수 있는 방법으로 표현해 봅시다.**

<예시>

금속선을 잘라 연결하고, 포도알의 개수를 다르게 할 수 있다.

위의 그림은 한 예시일 뿐입니다. 위와 같은 방법으로 그림 또는 기호를 활용하여 가능한 다양한 조합의 방법을 찾아 아래에 기록해봅시다.

Problem 3

LED를 가장 밝게 빛나게 하는 자

활동 2에서는 전지 설계를 위한 다양한 조합 방법을 찾아보았습니다. 활동 3에서는 찾은 조합대로 직접 실험을 해보고, LED의 밝기를 확인하거나 전압계와 전류계를 활용하여 각 전지의 특징을 정리해봅시다. 그리고 모둠원이 함께한 실험 결과를 바탕으로 LED를 가장 밝게 빛나게 하는 전지의 조합을 찾아 자신의 모둠의 대표 전지로 출품합니다.

출품을 할 때에는 전지와 함께 모둠의 실험을 통해 알아낸 과학 지식을 정리하여 나타내고, 왜 출품한 전지가 가장 LED를 밝게 빛나게 하였는지 함께 설명해봅시다.

? 탐구하기

*** 실험 시 뾰족한 금속판에 다치지 않도록 주의합시다.**

*** 전기 도선을 물이 묻은 손으로 만지지 않습니다.**

*** 가능한 장갑을 끼고 실험을 하기 바랍니다.**

*** 모둠원들이 각자의 실험을 맡아 나누어 실험을 하면 더 많은 실험을 할 수 있습니다.**

*** 단, 각자 자신이 맡은 실험을 책임감 있게 수행하여야 모둠 전체의 실험 결과를 신뢰할 수 있으므로 꼼꼼하게 실험 할 수 있도록 합니다.**

모둠원별로 다양한 화학 전지의 조합을 선택하여 실험해 봅시다. 활동 2에서 찾은 다양한 조합 중 자신의 모둠에서 의미 있는 과학지식을 이끌어 내기 위하여 필요하다고 생각하는 전지의 조합을 선택하고 모둠원들이 역할을 나누어 실험하여 다음의 예시와 같이 정리합니다.

(예시)

실험 방법 : 포도알에 구리와 아연 철사를 꽂은 후 포도알의 개수에 따라 측정하고자 한다.

이렇게 선정한 이유: 포도알의 개수에 따라 전압과 전류가 어떻게 되는지 확인하고 싶었다.

또한 간단하게 각 조합에 대하여 다음 표와 같이 성능을 어떻게 평가할 것인지를 기록하여 봅시다.

조합의 방법	성능의 평가 (전압, 전류 등 모둠에서 선택한 평가 방법)

실험 결과를 요약해봅시다.

위의 실험 결과를 일반화하여 문장으로 나타내어봅시다.

각 모둠원이 화학 전지의 조합을 선택하여 각 모둠원별로 위와 같이 결과를 정리한 후 자신의 결과를 공유합니다. 함께 공유한 결과를 간단하게 문장으로 정리하여봅시다.

가장 밝게 LED를 빛나게 하는 조합을 찾아 모형도를 그려봅시다.

위의 전지가 여러 전지 중 가장 밝게 빛나는 이유는 무엇이라고 생각합니까?

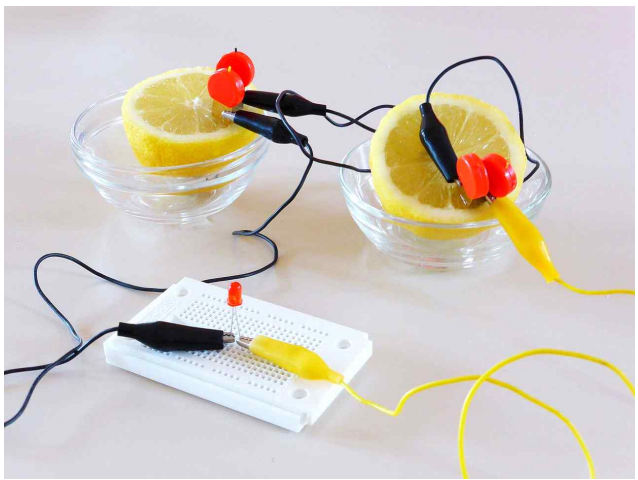
지금까지의 활동을 통해 새롭게 알게 된 과학지식을 모두 적어봅시다.

📖 참고자료

1. 레몬 전지와 볼타전지

레몬으로 전지를 만드는 방법은 간단하다. 레몬과 아연(Zn)판, 구리(Cu)판, LED 전구, 이들을 연결할 전선 몇 개만 있으면 된다. 레몬에 아연과 구리판을 2cm 가량 떨어진 위치에 깊숙이 꽂은 뒤, 전구나 전압계, 전자시계 등을 각각의 금속과 전선으로 연결하면 전류가 흐르는지 확인할 수 있다.

레몬전지는 엄연히 금속의 산화-환원반응을 이용한 화학전지다. 산화-환원반응이 일어나려면 기본적으로 두 금속의 반응성이 달라야 한다. 실험에서 아연은 상대적으로 반응성이 커 전자를 잃기 쉽고, 구리는 상대적으로 반응성이 작아 전자를 받아들이기 쉽다. 반응성이 큰 금속이 잃은 전자들이 전선을 타고 다른 금속으로 이동하면서 전류가 흐르는 것이다. 물론 가만히 둔다고 전자가 이동하진 않는다. 이들 금속을 전류가 잘 통하는 물질인 전해질 속에 담가두어야 한다. 레몬전지에서는 산성을 띠는 레몬의 과즙이 전해질의 역할을 한다.



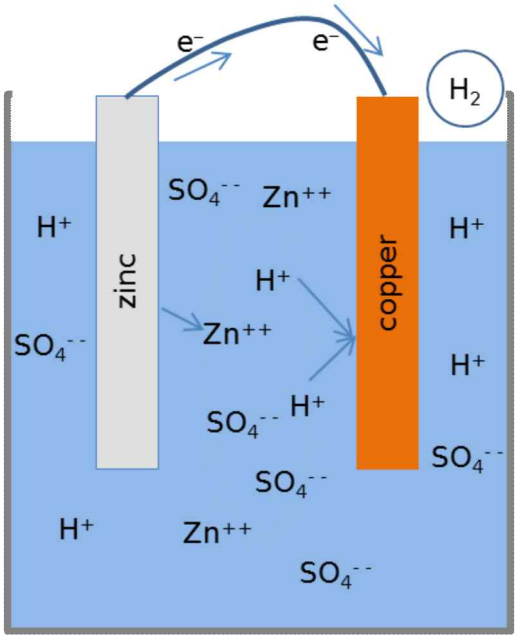
[그림 10: 전지 속 산화-환원 반응]

아연판 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

전해질(레몬산) $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

아연판이 전해질을 만나면 전자를 잃고 아연 이온이 전해질에 녹아 나온다. 아연판에서 떨어져 나온 전자는 전선을 타고 구리판으로 이동한다. 구리판에 모인 전자들은 전해질 속의 수소 이온과 만나 수소 기체를 만들어 내고, 이 기체들은 공기 중으로 날아가 버린다. 결과적으로 전자를 잃은 아연판이 (-)극, 전자를 얻은 구리판이 (+)이 된다.

📖 참고자료

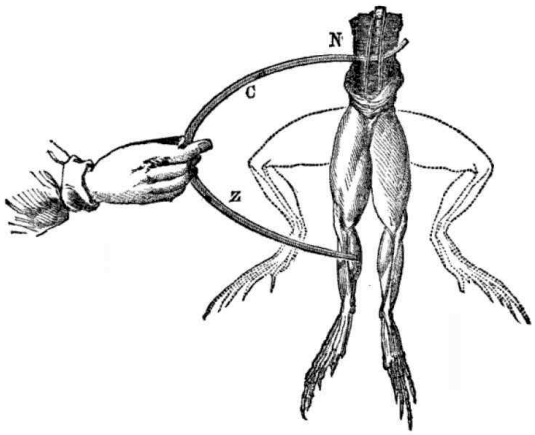


[그림 11: 레몬전지 속 산화-환원 반응]

출처: http://navercast.naver.com/contents.nhn?rid=57&contents_id=19602

2. 전지 탄생의 일등 공신, 개구리 뒷다리와 볼타전지

레몬전지는 볼타전지의 원리를 응용해 만든 것이다. 볼타전지는 1800년 이탈리아의 과학자 볼타(Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta)가 만든 세계 최초의 전지로 알려져 있다. 그렇다면 볼타전지는 어떻게 발명됐을까.



[그림 12: 갈바니의 개구리 뒷다리 실험 모식도]

볼타전지의 발명사를 따라가다 보면 항상 함께 거론되는 과학자가 있다. 바

📖 참고자료

로 이탈리아의 생물학자였던 루이지 갈바니(Luigi Galvani)다. 갈바니는 죽은 개구리의 뒷다리에 금속이 닿자 움찔 움직이는 것을 보고 '동물전기'설을 주장했다. 그는 개구리를 구리판 위에 놓거나 구리철사로 매단 후 해부용 칼로(주재료는 철) 다리를 건드려도 다리가 움직인다는 것을 발견했다. 이 현상을 연구해 1791년 '전기가 근육운동에 주는 효과에 대한 고찰' 이라는 논문을 발표하고, 동물의 근육은 '동물전기'라는 생명의 기를 가지고 있다고 주장했다. 또 동물전기는 금속으로 동물의 근육이나 신경을 건드리면 작용한다고 주장했다.

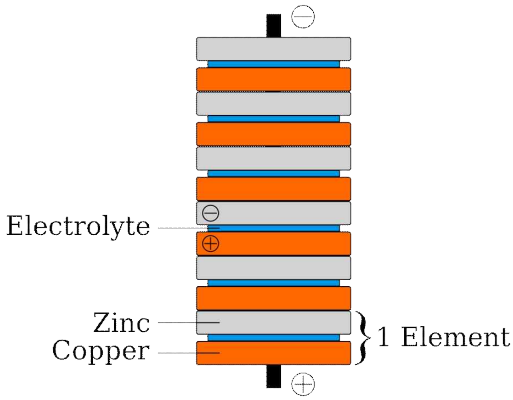
이런 그의 발표에 많은 과학자들이 관심을 보이며 개구리를 비롯한 다양한 동물로 실험을 진행했는데, 수많은 과학자들 중에는 볼타도 있었다. 볼타는 갈바니의 논문을 읽은 후 개구리로 실험을 하다가 같은 종류의 금속을 다리에 대면 다리가 움직이지 않는 것을 발견하며 의문을 품게 됐다. 그는 개구리 다리에 흐르는 전류가 개구리 다리에서 생긴 것이 아니라(동물전기에 의한 것이 아니라) 서로 다른 금속과 습기에 의해 생긴 것이라 추측하고 이를 증명하는 실험을 진행한다. 결국 볼타의 추측이 맞았으며, 이를 통해 볼타전지를 발명하게 된다.

볼타는 처음에 서로 다른 금속(아연판과 구리판) 사이에 소금물을 적신 천을 끼워 한 세트를 만들고 이들 세트를 여러 겹 쌓아 전지를 만들었다. 이를 볼타의 파일(Voltaic pile)이라고 한다. 이 원리를 이용해 발전시킨 것이 묽은 황산 속에 아연판과 구리판을 담가 만든 볼타전지다.

볼타전지의 발명은 이후 과학기술계에 수많은 발전을 가져왔다. 전기 방전을 단발적으로만 얻을 수 있었던 시대에 전기를 계속적으로 흐르게 할 수 있는 장치가 탄생한 것이다. 그야말로 과학기술분야의 위대한 업적 중 하나로 꼽힐만한 발명이다.

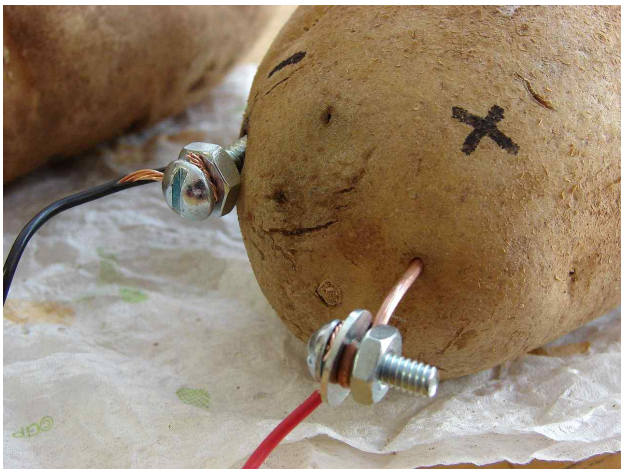
볼타전지의 시초인 볼타의 파일은 아연판과 구리판 사이에 소금물을 적신 천을 끼운 모델을 여러 겹 쌓아 만들었다.

참고자료



[그림 13: Voltaic Pile 모식도]

3. 꼭 레몬이어야 할까?



[그림 14: 감자전지]

감자에 구리와 아연을 꽂아 만든 감자전지. 감자속의 인산이 전해질 역할을 한다.

앞서 레몬의 역할은 '전해질'이라고 밝혔다. 그렇다면 레몬 외에 다른 과일로도 전지를 만들 수 있을까? 정답은 YES. 오렌지나 귤, 바나나, 복숭아, 사과 등 다양한 과일로 전지를 만들 수 있다. 물론 레몬처럼 과즙이 풍부한 과일이 좀 더 유리하다. 심지어는 감자나 고구마, 오이, 가지, 토마토 등 채소전지도 가능하다. 이쯤 되면 그냥 냉장고에 든 식재료 중 아무거나 골라잡아 전지로 만들어도 전기가 통할 것만 같다. 물론 금속판을 꽂을 수 있을 정도의 무르기

📖 참고자료

와 물기를 가지고 있어야 겠지만. 이는 과일이나 채소에 함유된 시트르산이나 타르타르산 등의 산성 성분이 전해질로 작용하기 때문에 가능하다. 물론 이들이 함유하고 있는 즙의 양과 산성도가 다 다르기 때문에 전압도 조금씩 차이가 난다.

4. 불빛이 미약하거나 불이 켜지지 않는 이유

한입 베어 물면 입 안 가득 침이 고일만큼 시큼한 레몬의 신맛은 시트르산 때문이다. 이는 훌륭한 전해질이 된다.

사실 레몬전지를 실제로 만들어 보면 레몬 한 개로는 꼬마전구 하나 켜지 못한다. 그만큼 전압이 미약하다는 뜻인데, 그 이유는 레몬의 내부 저항이 매우 크기 때문이다. 전압을 높이기 위해서는 금속 내 전자가 더 잘 흐를 수 있도록, 즉 전류가 더 잘 흐를 수 있도록 도와주면 된다.

가장 단순한 방법으로 레몬의 개수를 늘려주는 방법이 있다. 각각의 레몬에 아연판과 구리판을 꽂고 이들을 직렬로 연결하면 전압이 높아진다. 물론 무조건 많이 늘린다고 전압이 무한대로 높아지지는 않는다. 이때 레몬 외에 다른 과일이나 채소를 혼합해서 직렬로 연결해도 전압이 높아진다. 다. 전기에너지를 화학에너지로 바꿔 모아두었다가 필요할 때 전기로 재생하는 것이다.

또 다른 방법으로 레몬을 주물러서 과즙을 더 많이 내는 방법이 있다. 과육이 터지면 과즙의 전해질 역할이 더 커지기 때문에 꾹꾹 주물러서 과즙이 더 잘 흘러나오도록 만들어 준다. 과즙을 더 많이 낼 수 있는 방법으로 '굽기'도 있다. 과일이나 채소를 구우면 세포액이 세포 밖으로 빠져나오면서 전해질이 더 많아지기 때문이다. 소금물을 살짝 부어줘도 전해질이 더 많아져 전류가 더 잘 흐르게 된다.

금속에 사포질을 해 주는 방법도 있다. 금속 표면에 코팅이 돼 있는 경우가 많기 때문에 사포질을 통해 금속 내 전자가 더 잘 흐를 수 있도록 만들어 주면 좋다.

* 주의사항 : 실험이 끝난 식재료들은 아연이온이 녹아 들어가 있기 때문에 절대로 먹지 않는다.

📖 참고자료

5. 레몬 전지 만들기 방법

준비물: 레몬, 구리판, 아연판, LED 전구, 집게 전선, 사포지, 칼

1. 아연판과 구리판의 끝을 사포로 문질러 줍니다. (아연판/구리판의 코팅을 벗겨줍니다.)
2. 레몬을 반으로 가르고 살짝 주물러 줍니다.
3. 레몬의 단면에 아연판과 구리판을 나란히 꽂아줍니다.
4. 집게 전선으로 각 래몬의 아연판과 구리판을 줄줄이 연결합니다. (...-전선-아연판-레몬-구리판-전선-아연판-레몬-구리판-전선-... 형태)
5. 양쪽 가장자리 레몬의 두 집게 전선 사이에 LED 전구를 연결합니다.

Subject
03

전지가 있는 세상

앞에서 설계 및 제작된 화학 전지 결과물을 바탕으로, 우리 주변의 전지들이 가지고 있던 문제점들을 해결할 수 있는 방안을 생각해봅시다.

학습목표

제작한 화학 전지를 실제 생활에 적용하기 위한 요소를 찾고, 설계 요소를 활용하여 생활 속 전지를 보안하는 방안을 찾아 낼 수 있다.

학습문제 1. 제작된 화학 전지를 실제 제품으로 만들기 위해서는 어떤 부분을 변경해야 할까?

학습문제 2. 설계 요소들을 어떻게 반영하면 좋은 전지를 만들 수 있을까?

학습문제 3. 설계 요소들을 실제로 적용하는 과정에서 발생하는 문제는 없을까?

들어가기

앞선 학습 과정에서 화학 전지를 설계하고 제작해보는 과정을 통해, 어떠한 요소들이 전지 성능에 영향을 주는지 알아보았습니다. 그런데 이렇게 제작한 전지를 실생활에 바로 사용할 수는 없을 것 같아 보입니다. 제작한 화학 전지를 실제 생활에 적용하기 위해서는 어떠한 점이 고려되어야 할지 조금 더 생각해보고, 내가 만든 전지를 사용할 수 있는 곳을 선택하여 좋은 전지를 구상해봅시다.

Problem 1

제작한 전지를 직접 사용하려면 어떻게 해야 할까?

제작한 전지를 실제로 사용할 수 있을까요? 크기, 형태, 출력 등에서 생활 속의 제품과 직접 제작한 전지는 어떤 차이점이 있을까요?

✍ 조사하기

교실에서 제작한 화학 전지를 실제로 적용하려면 어떠한 요소들을 보완하면 좋을지 토의해봅시다.

전지의 외부 설계 요소가 전지 성능에 끼치는 영향을 조사해봅시다. 전지 자체의 내부 설계 요소 외의 다른 요인이 성능에 영향을 줄 수 있습니다.

외부 설계 요소	전지 성능에 미치는 영향

Problem 2

설계 요소를 활용해서 생활 속 전지를 보완해보자

주변의 전지 사용에 문제가 있었던 경험을 다시 떠올려 보고, 이를 해결하기 위해 전지 제작 과정에서 사용한 설계 요소를 적용해 봅시다.

발표하기

기존 전지에서 무엇을 바꾸면 더 좋은 전지가 될까요? 앞서 직접 설계했던 화학 전지의 설계 요소를 바탕으로 토의해봅시다.

성능 향상 방안을 적용한 전지를 구상해서 발표해봅시다.

- 구상한 전지의 사용 분야 (어느 곳에 사용할 것인지)
- 예상되는 사용 가능 시간
- 구상한 전지의 장점과 단점

등이 발표 내용에 잘 포함되도록 합니다.

교사용 지도서

화학전지 DIY

01. 주제개요

02. 학습목표

03. 창의적 설계 방안

04. STEAM 단계 요소

05. 수업지도 방안

06. 차시별 계획표

07. 평가 계획

08. 활동지 작성 예시

09. 삽화 출처

화학전지 DIY

차시	소주제	주요 내용		관련 교과
1	전지가 없는 세상	도입	우리 생활에서 전지가 사라진다면	S T E A
		전개	활동1. 우리 주변에서 전지를 사용하는 장치를 찾아보자 활동2. 전지가 잘 작동하지 않았던 경험 공유하기 활동3. 좋은 전지란 무엇일까?	
		정리	생활 속 문제점 해결할 수 있는 좋은 전지 구상하기	
2	화학 전지 공장 - 새로운 전지를 디자인하라	도입	창의적 공학 설계	S T E A
		전개	활동1. 최초의 전지 Voltaic Pile을 만들기 위해 Volta는 무엇을 준비했을까? 활동2. Voltaic Pile의 각 요소를 대체할 수 있는 물질들을 가능한 많이 찾기 활동3. 각 요소를 연결하는 방법 생각하기	
		정리	화학 전지 설계 방안 생각해보기	
3		도입	다양한 조합의 화학전지 만들기	S T E M
		전개	활동1. 각 요소들을 연결하는 방법들에 따라 전지를 구성하여 만들기 활동2. 만들어진 각각의 전지의 성능을 평가하여 기록하기 활동3. 다른 모둠과 결과를 공유하기	
		정리	화학 전지 제작하고 평가하기	
4	전지가 있는 세상	도입	제작한 화학 전지의 응용 가능성	S T E
		전개	활동1. 제작한 전지를 직접 사용하려면 어떻게 해야 할까? 활동2. 설계 요소를 활용해서 생활 속 전지를 보완해보자	
		정리	좋은 전지로 생활 속 문제 해결하기	

01 주제 개요

우리 주변을 둘러보면, 벽걸이 시계, 손전등, 리모컨과 같이 건전지가 들어간 전자제품들을 쉽게 찾아볼 수 있다. 이러한 전자제품 속 건전지는 어떻게 전기를 공급하는 걸까?

건전지는 화학 전지의 일종으로, 화학 에너지 형태로 저장되어 있던 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 에너지 전환 장치라고 할 수 있다. 현대에는 리튬, 망간 등을 사용한 이차전지 및 일차전지가 널리 사용되고 있으나, 화학 전지의 원리를 살펴보기 위해서는 초기의 전지 형태를 확인하는 것이 효과적이다. 본 학습과정은 화학 전지의 구성 요소인 전극과 전해질을 직접 확인할 수 있는 레몬 전지를 직접 제작하는 과정을 통해 주변에서 사용되는 에너지 전환 장치의 각 요소와 각각의 기능, 그리고 이러한 요소와 기능의 연결에 따라 에너지 전환 장치의 성능이 어떻게 달라질 수 있는지를 학생들이 직접 설계하여 알아낼 수 있도록 하였다.

본 학습활동을 통해 레몬과 샤프심 등, 다양한 재료를 이용하여 다양한 화학 전지 회로를 만들어보고, 이러한 다양한 조합을 통해 가장 LED 전구를 밝게 빛나게 할 수 있는 전지의 조합을 창의적 설계의 과정을 통해 찾아내도록 하고자 한다. 이 과정에서 학생들은 주도적으로 설계한 화학 전지를 이용하여 에너지 전환 과정을 관찰할 수 있다. 또한, 화학 전지의 성능을 높이기 위한 방안을 생각해보고, 이를 설계 과정에 적용하는 활동을 통해 공학적 설계 과정을 체득할 수 있다.

본 학습과정에서 다루는 공학적 설계 과정은 화학 전지의 설계에 한정되지 않고 다양한 주제로 응용 가능하다. 레몬 전지를 설계하는 과정에서 얻은 공학적 설계 요소들을 바탕으로 실생활에서 확인할 수 있는 다양한 문제 상황들을 보완할 수 있는 기기를 설계하는 데에 공학적 설계 과정을 사용하여 학습 내용을 확장할 수 있다. 또한, 각 모둠별로 도출된 아이디어를 종합하고 그에 대에 토의하는 과정을 통해 학생들이 직접 설계 방안을 다듬어 적용하는 과정을 접하게 된다.

02 학습 목표

내용 목표

1) 화학 전지의 구성 요소를 찾아낼 수 있다.
2) 화학 전지 구성 요소의 기능을 찾아낼 수 있다.
3) 화학 전지 구성 요소를 기능에 따라 조합하여 다양한 전지를 설계할 수 있다.
4) 창의적 공학 설계의 과정을 도입하여 통해 나만의 화학 전지를 설계하고, 성능을 높이는 방안을 고안할 수 있다.
5) 설계 과정을 실생활 속 문제 상황에 적용해볼 수 있다.

과정 목표

1) 생활 속의 에너지 전환 장치를 찾아보고, 문제점을 생각해보는 과정을 통해 좋은 화학 전지의 특성을 알아본다.
2) 과학적 원리 이해를 바탕으로 화학 전지를 설계하는 과정을 체험할 수 있다.
3) 화학 전지의 성능을 높이기 위한 제작 활동 및 이를 실생활에 적용하는 과정을 통해 공학설계 방법을 익힌다.
4) 다양한 화학 전지 설계 방안에 대해 생각해보고 직접 구현하는 과정을 통해서 창의적으로 사고할 수 있다.
5) 직접 제작한 설계 과정과 다른 모둠의 설계 과정을 비교하는 과정을 통해 비판적인 토론 능력을 기른다.

03 창의적 설계 방안

설계 요소

Ⓢ 과학적 방법으로 분해하기

Ⓣ 볼타의 전지의 기술적 요소 이해하기

Ⓔ 화학 전지의 요소 찾아내기

각 요소의 기능 발견하기

화학 전지의 요소와 기능에 따라 조합하여 설계하기

설계된 기술의 실제 제품 적용가능성 확인하기

Ⓐ 볼타전지가 만들어진 역사적 맥락에 대하여 이야기하기

설계를 바탕으로 실제 전지 디자인 방안 생각해보기

Ⓜ 각 설계 요소가 전지 성능에 미치는 영향 분석하기

설계 방안

1) 실생활에 널리 사용되는 에너지 전환 장치인 화학 전지의 원리를 탐구한다.
2) '좋은 화학 전지'란 무엇인지 토의하고 평가기준을 수립한다.
3) 공학적 설계를 적용하여 '좋은 화학 전지'를 제작하고 평가한다.
4) 공학적 설계 방법을 확장된 주제에 적용해 본다.

04 STEAM 단계 요소

상황 제시

1) 용도에 맞는 전지는 어떻게 선정되었을까?
2) 현실 속 전지와 상상 속 전지는 어떤 차이가 있을까?
3) 전지가 잘 작동하지 않는 일이 생기는 이유는 무엇일까?
4) 어떤 전지가 좋은 전지일까?

창의적 설계

1) 기존 전지에서 무엇을 바꾸면 더 좋은 전지가 될까?
2) 화학 전지가 전기를 많이 생산하려면 어떻게 설계해야 할까?
3) 화학 전지 부분 바깥의 설계를 바꿀 부분은 없을까?

감성적 체험

1) 탐구를 통해 과학적 원리 이해하기
2) 과학적 의사소통 능력 향상시키기
3) 화학 전지 설계 및 제작하기
4) 제작한 전지의 적용 가능성 탐색하기

05 수업지도 방안

나만의 화학 전지를 만들어보고 성능을 평가하는 학습과정을 통해, 주변에서 쉽게 접할 수 있는 전지와 관련된 과학 원리를 익히고, 설계 과정을 생활 속에 적용하여 문제점을 보완해볼 수 있다.

1차시는 에너지 전환 장치 중 하나인 화학 전지에 대한 주제 인식 과정으로, 우리 주변에서 전지를 사용하는 장치들을 찾아보고, 문제가 있었던 경험들을 공유해보도록 하였다. 이 부분은 학습 내용이 실제 생활과 밀접한 관계가 있음을 인식할 수 있도록 하여 학생들의 관심도를 높이고, 학습과정 속에서 다룰 에너지 전환 장치가 생활 속에서 많이 사용하는 장치라는 것을 인식할 수 있도록 하였다. 또한 좋은 전지의 조건을 생각해보는 과정을 통해 추후 설계 과정에서 고려해야 할 사항을 미리 생각해볼 수 있도록 하였다.

2~3차시는 최초의 전지인 볼타전지에 소개된 당시의 논문을 바탕으로 볼타가 전지를 만들 때 어떤 준비물들을 준비했을지 상상하면서 화학 전지의 각 요소를 스스로 찾아내도록 설계되어 있다. 이 부분은 창의적 공학 설계의 요소(parameter)찾아내기에 해당하는 활동으로 학생들 스스로 앞으로 직접 설계하여 제작할 화학 전지의 요소를 찾아내어 설계를 시작할 수 있도록 도와주는 역할을 한다.

이어서 최초의 화학 전지인 Voltaic Pile의 준비물을 상상하는 과정을 통해 찾은 요소들에 대응하는 다양한 물질들을 가능한 많이 생각해 보고 각 요소들을 연결할 수 있는 방법을 모두 찾도록 하는 활동을 통해 수학의 조합의 수의 개념과 각 요소의 다양한 연결을 스스로 찾아낼 수 있도록 한다. 이 활동은 창의적 공학 설계의 가상연결(Virtual Joint)에 해당하는 활동으로 첫 번째 활동에서 찾아낸 요소들의 연결방법을 찾는 단계이다.

모든 조합의 수를 찾게 되면 매우 많은 조합이 만들어지고, 혼자서 이 모든 실험을 다 할 수는 없을 것이다. 그러므로 2 ~ 3차시의 활동은 모둠활동으로 진행하여 학생들이 서로 의견을 모으고 역할을 나누어 책임감 있게 자신의 실험을 수행하여 전체 모둠의 결론에 기여할 수 있도록 지도할 필요가 있다.

찾아낸 조합에서 의미 있는 실험들을 골라내도록 하고 그렇게 선택한 이유를 설명할 수 있도록 한다. 이렇게 선택된 실험들을 모둠원별로 나누어 탐구를 진행

하고 함께 결과를 공유하기 위한 평가의 기준을 만들도록 안내한다. 또한 모둠별로 탐구하여 가장 밝은 빛을 내는 조합을 찾아 모둠별로 서로 비교할 수 있도록 하고, 탐구를 통해 알아낸 설계 전략을 발표하도록 한다.

4차시는 앞선 학습과정에서 경험한 설계 과정을 생활 속의 전지 설계로 확장하여, 1차시에서 생각해 보았던 실생활 속에서의 문제점들을 해결할 수 있는 방안을 생각해보도록 하였다. 이를 통해 학습과정에서 제안된 공학적 설계방법론을 더 큰 주제에 적용해보는 기회를 가질 수 있으며, 제작한 화학 전지의 응용 가능성을 생각해보도록 하였다.

06 차시별 계획표

Subject 01

학습과정	교수 . 학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료
도입 (10분)	ⓈⒶ 우리 생활에서 전지가 사라진다면 Co 상상 속의 전지 및 에너지 장치 제시 ET 생활 속에서 전지가 사라지는 상황을 상상해본다. - 에너지 장치들의 예시를 보고, 주변에서 접할 수 있는 전지가 사라지는 상황을 상상해본다. tip 상상 속의 전지 및 에너지 장치들을 제시하여 사고의 유연성이 향상되도록 돕는다.	발표 환경 조성	동영상 사진자료
전개 (20분)	ⓈⓉⒺⒶ 전지 설계 준비하기 CD 활동1. 우리 주변에서 전지를 사용하는 장치를 찾아보자 - 다양한 전자기기의 예시를 찾아보고, 특징 (크기/용량, 사용방법, 응용되는 장치 등)을 분석한다. tip 건전지로 한정하지 않고, 스마트폰 배터리, 차량용 배터리 등 굉장히 많은 전자기기가 존재함을 설명한다. ET 활동2. 전지가 잘 작동하지 않았던 경험 공유하기 - 전지 사용 중의 문제 상황 발표를 통해 해결하고자 하는 문제를 파악한다. tip 화학 전지라는 주제의 중요성과 생활 속에서의 밀접한 연관성을 느낄 수 있도록 돕는다. CD 활동3. 좋은 전지란 무엇일까? - 앞에서 이야기한 문제 상황들을 바탕으로, 좋은 전지의 조건이 무엇일지 모둠별로 토의해본다. - 각 모둠에서 얻은 좋은 전지의 기준을 공유한다. tip 간단한 화학 전지 속 과학 원리 (전압, 전류, 저장용량 등)를 제시하여 학생들이 생각할 여지를 주어도 좋다.	모둠별 기준을 발표할 수 있도록 유도	관찰용 소형 전자기기 준비 (리모컨 등)
정리 (10분)	생활 속 문제점 해결할 수 있는 좋은 전지 구상하기		

Ⓢ : Science 과학, Ⓣ : Technology 기술, Ⓔ : Engineering 공학, Ⓐ : Art 예술, Ⓜ : Math 수학

Co : Context 상황 제시,

CD : Creative Design 창의적 설계, 주어진 상황에서 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발현하여 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정

ET : Emotional Touch 감성적 체험, 학습에 대한 긍정적 감정을 하는 것이다. 학습에 대한 흥미 자신감, 지적 만족감, 성취감 등을 느껴 학습에 대한 느끼고 성공의 경험을 동기유발, 욕구, 열정, 몰입의 의지가 생기고 개인적 의미를 발견하여 선순환적인 자기주도적 학습이 가능하게 하는 모든 활동과 경험

Subject 02

학습과정	교수 . 학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료
도입 (10분)	'볼타의 준비물' ⓈⒶ Co 최초의 전지 Voltaic Pile에 대한 자료를 제공한다. tip Volta의 논문에 인용된 모형도와 Voltaic Pile과 관련된 사진자료를 제공하여 학생들이 Voltaic Pile을 이해할 수 있도록 돕는다. CD Volta의 준비물을 상상하면서 화학 전지의 요소(Parameter)를 찾도록 한다. (창의적 설계 1단계) - Volta의 논문에 인용된 그림을 바탕으로 Volta가 준비했을 준비물을 상상해본다.	사진 동영상	
전개 (60분)	ⓈⓉⒺⒶⓂ 화학 전지 공장_새로운 전지를 설계하라 CD '미션 1' Voltaic Pile의 각 요소에 사용할 수 있는 물질들을 가능한 많이 찾아내기 - 도입 단계에서 확인한 화학 전지의 요소에 대하여 각 요소에 사용할 수 있는 물질들을 생각해보도록 한다. tip 각 요소의 특징을 기술하면서 그 특징을 만족하는 재료를 찾도록 안내하여도 좋다. tip 별도의 안내 없이 학생들이 스스로 자유롭게 생각할 수 있는 시간을 주어 오히려 전혀 새로운 아이디어가 나올 수 있는 기회를 주어도 좋다. CD '미션 2' 각 요소별로 찾은 다양한 물질들을 연결하는 조합 발견하기 tip 미션 1에서 생각해낸 다양한 각 요소별 재료들을 연결하는 조합의 방법을 먼저 수학적으로 접근할 수 있는 기회를 주면 학생들이 경우의 수 또는 조합에 대한 개념을 확장, 적용시킬 수 있다. CD '미션 3' LED를 가장 밝게 빛나게 하는 화학 전지 만들기 - 미션 2에서 찾은 조합대로 화학 전지를 구성하고 LED 전구가 가장 밝게 빛나는 화학 전지를 모둠별로 출품하도록 한다. - 이 때, 출품한 전지에 대하여 탐구를 바탕으로 선정된 과정 및 이유를 설명하도록 한다. tip 단순히 밝게 만드는 결과보다는 다양한 조합의 화학 전지를 만들어 보면서 가장 밝게 빛나도록 하게 하기 위한 설계적 요소를 찾도록 하는 것이 중요하다. Co 출품한 화학 전지를 각 모둠별로 설명하고 가장 우수한 작품을 선정한다.	다양한 재료를 미리 준비 재료를 넉넉히 준비할 필요 있음	

학습과정	교수 . 학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료
	tip 밝게 빛나는 LED 전구뿐만 아니라, 그 설명이 충분히 과학적일 때 높은 점수를 주도록 한다.		
정리 (10분)	'화학 전지 공장_새로운 전지를 설계하라' 활동을 통해 느낀 점 공유하기		

Subject 03

학습과정	교수 . 학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료
도입 (10분)	ⓉⒺ 제작한 화학 전지의 응용 가능성 Co 2~3차시에서 설계/제작한 화학 전지 결과물 제시 ET 제작한 화학 전지를 실제로 사용할 수 있을까? tip 제작된 전지를 실제로 사용할 수 있을지 의문점을 제시한다. (크기, 형태, 출력 등의 문제점을 파악할 수 있도록 한다.)		
전개 (20분)	ⓈⓉⒺ 제작한 전지 응용하기 CD 활동1. 제작한 전지를 직접 사용하려면 어떻게 해야 할까? - 교실에서 제작한 화학 전지를 생활 속에 적용하려면 어떠한 요소들을 보완하면 좋을지 생각해본다. tip 화학 전지 외부 설계 (전지 패키지, 전선 연결 시의 저항 등)도 성능에 큰 영향을 줄 수 있음을 언급한다. CD ET 활동2. 설계 요소를 활용해서 생활 속 전지를 보완해보자 - 주변의 전지 사용에 문제가 있었던 경험을 다시 떠올려 보고, 이를 해결하기 위해 전지 제작 과정에서 사용한 설계 요소를 적용해 본다. tip 1차시에서 생각해 보았던 좋은 전지의 조건을 적용해볼 수 있도록 안내한다.		전지 연계 부품 (건전지 케이스 등)
정리 (10분)	좋은 전지로 생활 속 문제 해결하기		

07 평가 계획

평가 영역	평가 내용	평가방법
학습 참여	• 우리 주변에서 볼 수 있는 에너지 전환 장치에 대한 활발한 토의가 이루어졌는가? • 해결하고자 하는 문제상황을 잘 이해하고 있는가?	발표평가 / 동료평가
이론 응용	• 화학 전지의 원리를 이해하고 설계에 필요한 항목들을 도출해낼 수 있는가? • 설계 항목이 화학 전지의 성능에 어떠한 영향을 주는지 잘 연결시킬 수 있는가?	관찰평가 / 발표평가
설계 및 제작	• 설계 및 제작 과정이 논리적으로 진행되었는가? • 제작 과정에서의 시행착오를 통해 더욱 발전한 화학 전지 제작에 성공하였는가?	관찰평가 / 산출물 평가
발전적 토의	• 제작해본 화학 전지의 응용가능성을 제시할 수 있는가?	발표 및 토론

08 활동지 작성 예시

Subject 01 전지가 없는 세상

Problem 1

주변에서 전지를 사용하는 다양한 전자기기를 찾아보고, 그 특징을 정리해봅시다.

번호	전자기기	전자기기와 사용되는 전지의 특성
예시	리모컨	- 버튼을 누를 때 신호를 발생시켜 외부 장치를 제어한다. - AA, AAA크기 건전지를 사용한다. - 건전지 한 개당 1.5 V의 정격 전압을 갖는다. - 건전지를 교체한 후 약 3-6개월 동안 사용할 수 있다.
1	손전등	- 스위치를 켜면 LED 또는 전구에 전기가 공급되어 빛을 밝힌다. - 다양한(AA, AAA, 6V, 9V 등)크기의 건전지 또는 충전이 가능한 배터리를 사용한다. - 전지를 오래 사용하면 빛의 세기가 감소한다.
2	스마트폰	- 장착된 배터리를 통해 스마트폰에 전력을 공급한다. - 충전이 가능한 배터리 (이차전지)를 사용한다. - 일체형인 경우도 있고, 전지의 분리가 가능한 경우가 있다. - 스마트폰 종류에 따라 들어가는 전지의 모양이 다르다.
3	손목시계	- 시계 뒷부분에 전지를 장착하여 전력을 공급한다. - 주로 동그랗고 납작한 형태의 전지를 이용한다. - 장기간 (1년 이상) 사용할 수 있다.

Problem 2

용도에 맞지 않는 전지를 사용하여 문제가 되었던 경험이나, 전자기기를 사용하던 도중 전지의 문제로 인해 전자기기가 작동하지 않았던 경험을 공유해봅시다.

번호	생활 속 문제 경험	
사례 1	제목	[손전등이 켜지지 않아요]
	내용	- 손전등 내부의 전지가 방전되어 손전등이 작동하지 않음 - 손전등의 밝기가 약해지거나 깜박이는 문제 - 오랫동안 사용하지 않고 방치해 두면 건전지에서 액체가 흘러나오기도 함 - 흔들거나 충격을 가하면 불이 들어오는 경우가 있었음 - 전지를 얼마나 더 사용할 수 있는지 알기 힘듦
사례 2	제목	[추운 날씨의 스마트폰]
	내용	- 추운 날씨에 사용하던 스마트폰이 갑자기 꺼짐 - 입김을 불거나 주머니 속에 넣어둔 후 전원을 켜면 다시 작동함 - 갑자기 꺼지는 것뿐만 아니라, 사용 가능한 시간이 짧아짐 - 표시되는 사용 가능 시간과 실제 사용 가능한 시간이 다름

발생한 문제가 전지 자체의 문제였을지, 전지와 전자기기를 연결하는 과정의 문제였을지, 아니면 그 외의 다른 문제였을지 분석해봅시다.

번호	생활 속 문제 경험	
사례 1	제목	[손전등이 켜지지 않아요]
	전지 자체의 문제	- 전지 내부의 에너지가 빨리 소모되어 방전됨 - 건전지 포장이 완벽하지 않아 액체가 흘러나옴
	전지와 전자기기 사이의 문제	- 전지와 손전등 사이 전선 연결 부분의 문제 (흔들면 작동하는 경우)
	그 외의 문제	- 전지 사용 가능 시간을 알 수 없음
사례 2	제목	[추운 날씨의 스마트폰]
	전지 자체의 문제	- 온도에 따른 전지 사용 특성 변화 (온도가 낮아지면 내부 전해질의 성능이 떨어짐)
	전지와 전자기기 사이의 문제	- 외부 환경 변화에 대해 전지가 보호되지 않음
	그 외의 문제	

Problem 3

전지의 문제점을 해결하기 위한 방안에는 무엇이 있을지 생각해봅시다.

- 전지의 용량을 늘려서 방전 시간을 늦춘다.
- 전지 내부 물질이 일정하게 소모되도록 조절한다.
- 전지 포장재를 내구성이 높은 재질로 설계한다.
- 온도/습도 변화를 막을 수 있는 포장재로 전지를 감싼다.
- 전지와 전자기기의 고정을 위한 부품을 부착한다.

좋은 전지를 만들기 위해서는 어떤 조건이 만족되어야 하는지 모둠별로 정리해보고, 그 우선순위를 정해봅시다. 좋은 성능을 내는 것도 중요하지만 그 외에 더 생각해 볼 조건들이 있을지도 고려해 보세요.

중요도 (우선순위)	분류	전지의 조건
(예시)	성능과 관련된 문제 (O) 그 외의 문제 ( )	- 전기에너지를 오래 생산할 수 있어야 한다.
(예시)	성능과 관련된 문제 (O) 그 외의 문제 ( )	- 높은 전압의 기전력이 생산되어야 한다.
	성능과 관련된 문제 (O) 그 외의 문제 ( )	- 오랫동안 일정한 전압을 공급할 수 있어야 한다.
	성능과 관련된 문제 (O) 그 외의 문제 ( )	- 전자기기와 연결할 때의 손실이 적어야 한다.
	성능과 관련된 문제 (O) 그 외의 문제 (O)	- 전지가 전자기기와 잘 고정될 수 있어야 한다.
	성능과 관련된 문제 ( ) 그 외의 문제 (O)	- 폭발하지 않는 안전한 전지여야 한다.
	성능과 관련된 문제 ( ) 그 외의 문제 (O)	- 전지의 내용물이 밖으로 새지 않아야 한다.

Subject 02 화학 전지 공장 – 새로운 전지를 디자인하라

Problem 1

위의 다양한 볼타의 실험에 나타난 공통 요소들이 무엇인지 찾아봅시다.

- 서로 다른 두 종류의 금속판
- 소금물을 적신 천
- 지지대
- 외부와 연결하는 금속선
- 물이 담긴 그릇

위에서 제시한 각각의 요소가 어떤 역할을 하고 있을지에 대하여 자유롭게 자신의 생각을 적어봅시다.

요소	기능
두 종류의 금속판	- 전지의 전위차를 발생시키는 전극
소금물을 적신 천	- 전류가 흐를 수 있도록 하는 전해질
지지대	- 전지를 물리적으로 고정시켜 줌 (기계적 강도 향상)
외부와 연결하는 금속선	- 전류가 흐를 수 있는 통로 - 외부에서 전기를 사용하기 위한 통로
물이 담긴 그릇	- 전해질 (소금물)을 담기 위한 용기 - 전해질을 전지로 공급해주는 매체

위에 만들어진 다양한 전지의 효과를 전압계도 전류계도 없던 볼타는 어떻게 실험하였을까요? 답이 없는 질문이므로 자신의 생각을 자유롭게 적어봅시다.

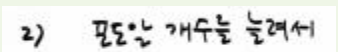
- 전기 충격을 손 또는 몸으로 직접 받아본다.
- 금속선에 철사를 연결했을 때 얼마나 뜨거워지는지 확인한다.
(저항체 내부 전류 흐름에 의한 열 발생)
- 금속선끼리 맞부딪혔을 때 보이는 불꽃의 크기를 확인한다.
(방전 현상)

Problem 2

활동 1에서 볼타의 전지를 각 요소별로 나누어 보았습니다. 이번에는 각 요소를 다른 물질로 바꾸어 보려고 합니다. 어떤 재료로 바꾸어 보고 싶은지 또는 어떤 재료로 바꾸어질 수 있을지 모둠원들과 함께 이야기를 나누고 기록해봅시다.

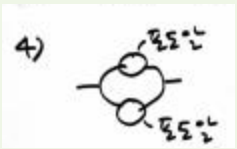
볼타전지의 각 요소	사용해보고 싶은 물질들
두 종류의 금속판	구리판, 아연판, 금, 은, 알루미늄 호일, 동전, 스테인레스 스틸* (*코팅에 의해 실제로는 작동하지 않을 수 있음)
소금물을 적신 천	소금물을 적신 물티슈, 솜, 종이, 면포
지지대	대나무, 철사* (*금속의 경우 전기가 통하여 전지 성능에 영향을 줄 수 있음)
외부와 연결하는 금속선	집게전선, 구리선, 쇠젓가락, 샤프심
물이 담긴 그릇	레몬, 포도, 감자 등의 과일/채소

실험해 보고 싶은 다양한 물질들을 생각해 보았나요? 이번에는 이러한 물질들을 활용하여 만들어 낼 수 있는 연결의 방법을 생각해봅시다. 그림으로 다양하게 나타낼 수도 있으며 기호를 활용하여 나타내도 좋습니다. 다양한 방법으로 연결의 방법을 가능한 많이 찾아내어 기록해봅시다.



- 3개 이상으로 포도알 개수를 늘려본다.

– 다른 과일로 교체한다.



– 포도알을 직렬 연결이 아닌 병렬 연결로 배치해 본다.

– 여러 가지 과일을 섞어서 배치해본다.

Problem 3

모둠원별로 다양한 화학 전지의 조합을 선택하여 실험해봅시다. 활동 2에서 찾은 다양한 조합 중 자신의 모둠에서 의미 있는 과학지식을 이끌어 내기 위하여 필요하다고 생각하는 전지의 조합을 선택하고 모둠원들이 역할을 나누어 실험하여 다음의 예시와 같이 정리해봅시다.

(예시)

실험 방법 : 포도알에 구리와 아연철사를 꽂은 후 포도알의 개수에 따라 측정하고자 한다.

이렇게 선정한 이유: 포도알의 개수에 따라 전압과 전류가 어떻게 되는지 확인하고 싶었다.

조합의 방법	성능의 평가 (전압, 전류 등 모둠에서 선택한 평가 방법)
	전압 및 전류 측정: 전압 0.00V, 전류 0.00mA LED 밝기 측정: 0개 연결. 밝음/중간/어두움 등등
	(다양한 조합에 대한 실험 결과 정리)

실험 결과를 요약해봅시다.

포도알을 많이 꽂을수록 전압과 전류의 세기가 증가하였다.

위의 실험 결과를 일반화하여 문장으로 나타내어봅시다.

직렬/병렬 연결한 포도알의 개수는 전류의 세기와 비례 관계가 있다.

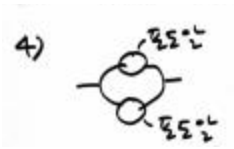
각 모둠원이 화학 전지의 조합을 선택하여 각 모둠원별로 위와 같이 결과를 정리한 후 자신의 결과를 공유합니다. 함께 공유한 결과를 간단하게 문장으로 정리하여봅시다.

과일 종류에 따른 전압과 전류의 세기는 다음과 같았다.
전압: AA과일>BB과일>CC과일
전류: BB과일>AA과일>CC과일

전극판의 물질을 바꾸어 실험한 결과는 다음과 같았다.
성능: AA금속>BB금속>CC금속

등등

가장 밝게 LED를 빛나게 하는 조합을 찾아 모형도를 그려봅시다.



위의 전지가 여러 전지 중 가장 밝게 빛나는 이유는 무엇이라고 생각합니까?

포도알을 병렬 연결하여 흐를 수 있는 전류의 세기가 증가하였을 것이다.
(저항이 감소하였을 것이다.)

지금까지의 활동을 통해 새롭게 알게 된 과학지식을 모두 적어봅시다.

- 전지는 전극과 전해질로 구성되어 있다.
- 전해질은 전류를 흐르게 하는 물질이며, 소금물 또는 과일즙이 전해질 역할을 할 수 있다.
- 전압이 높을수록, 전류가 많이 흐를수록 전구를 밝게 켤 수 있다.
- 전류를 많이 흐르게 하기 위해서는 저항을 낮춰야 한다.
- ...

Subject 03 전지가 있는 세상

Problem 1

교실에서 제작한 화학 전지를 실제로 적용하려면 어떠한 요소들을 보완하면 좋을지 토의해봅시다.

- 전지에 적합한 물질을 선정하여 전압과 전류 생성량을 높여야 한다.
- 전지의 크기를 줄여 들고다닐 수 있도록 해야 한다.
- 외부 충격으로부터 전지 물질을 보호하여야 한다.
- 전자기기와 연결하기 위한 전극을 설계하여야 한다.

전지의 외부 설계 요소가 전지 성능에 끼치는 영향을 조사해봅시다. 전지 자체의 내부 설계 요소 외의 다른 요인이 성능에 영향을 줄 수 있습니다.

외부 설계 요소	전지 성능에 미치는 영향
전지 패키지	- 전지 내부로 전해지는 충격을 완화할 수 있다. - 온도, 습도 변화에 대한 저항성을 갖는다.
전선 연결부	- 전선 연결 저항을 최소화하여 전달되는 전류량을 늘린다. (손실되는 에너지의 양을 줄인다.) - 외부 충격으로 전선이 분리되는 문제를 방지한다.
사용 환경 등 기타	- 온도, 습도 등의 환경 요소에 의해 전지가 받는 영향을 분석한다. (고온/저온에서 작동하지 않는 문제) - 전자기기 용량에 맞는 디자인을 선정한다.

Problem 2

기존 전지에서 무엇을 바꾸면 더 좋은 전지가 될까요? 앞서 직접 설계했던 화학 전지의 설계 요소를 바탕으로 토의해봅시다.

- 더 큰 전류를 공급할 수 있도록 전지 물질을 병렬로 배치한다.
- 전지와 전자기기의 접촉 부분을 저항이 낮은 물질로 교체한다.
- 친환경적인 물질을 사용한다.
- 전지 사용량을 쉽게 알 수 있는 장치를 넣는다.
- 더 강력한 물질로 전지 패키지를 구성한다.

성능 향상 방안을 적용한 전지를 구상해서 발표해봅시다.

- 구상한 전지의 사용 분야 (어느 곳에 사용할 것인지)
- 예상되는 사용 가능 시간
- 구상한 전지의 장점과 단점

등이 발표 내용에 잘 포함되도록 합니다.

전력이 공급되지 않는 섬이나 캠핑 장소에서 오랫동안 사용할 수 있는 대용량 전지
- 전극/전해질 물질을 병렬로 배치하여 용량을 늘린다.
- 충전할 수 있는 방식의 전극물질 (이차전지)을 사용한다.
- 한 번 충전하면 최소 2-3일 동안 사용할 수 있는 크기로 설계한다.
- 전지 물질이 밖으로 새어나오지 않도록 설계한다.
- 극한 환경에서도 사용할 수 있도록 외부 포장재를 견고한 물질로 만든다.

(온도/습도 변화에 강한 전지를 설계한다.)
- 예상되는 단점: 큰 부피와 무게, 가격

09 삽화 출처

[그림 1: 전자기기(컨트롤러)]

Evan-Amos, Public Domain,

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Neo-Geo-Pocket-Batteries.jpg

[그림 2: 전자기기(리모컨)]

Matthew Paul Argall, CC BY-SA 3.0,

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sony_DVD_remote_control_1.jpg

[그림 3: 전자기기(손전등)]

Kathy Zinn, PublicDomainPictures,

http://www.publicdomainpictures.net/view-image.php?image=111013&picture=small-black-flashlight

[그림 4: 아크 리액터로 에너지를 공급받는 아이언 맨 수트 (영화 '아이언 맨' 중에서)]

Runal G Khadse, CC-BY-SA-4.0,

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Runal_G_K.jpg

[그림 5: 다양한 크기의 배터리]

Lead holder, CC-BY-SA-3.0,

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Batteries_comparison_4,5_D_C_AA_AAA_AAAA_A23_9V_CR2032_LR44_matchstick-1.jpeg

[그림 6: Voltaic Pile]

I, GuidoB, CC-BY-SA-3.0-migrated,

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:VoltaBattery.JPG

[그림 7: 볼타전지 모형도]

Proc. R. Soc. Lond. 1800-1814, 1, 27-29, 1800

[그림 8: 볼타의 실험 1 - 소금물이 담긴 용기에 서로 다른 금속을 담그고 금속선으로 연결]

Proc. R. Soc. Lond. 1800-1814, 1, 27-29, 1800

[그림 9: 볼타의 실험 2 - 다양한 형태의 Voltaic Pile]

Proc. R. Soc. Lond. 1800-1814, 1, 27-29, 1800

[그림 10: 전지 속 산화-환원 반응]

ChristianSW, CC-BY-3.0,

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lemon_battery_experiment.JPG

[그림 11: 레몬전지 속 산화-환원 반응]

Easchiff, CC-BY-SA-3.0

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ZnCuVoltaicCell.svg

[그림 12: 갈바니의 개구리 뒷다리 실험 모식도]

Luigi Galvani, Public Domain,

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Galvani-frogs-legs-electricity.jpg

[그림 13: Voltaic Pile 모식도]

Borbrav, CC-BY-SA-3.0-migrated,

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Voltaic_pile.svg

[그림 14: 감자전지]

David R. Tribble, CC-BY-SA-3.0,

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Potato-Battery-5495.jpg