



# 우주 탐사 ①

중 앙 용



본 자료는

미항공우주국(NASA)의 항공우주과학교육교재를 토대로 새롭게 구성된 과학교육자료로 초/중등 교육자가 청소년들에게 과학 교육을 위해 활용할 수 있도록 제작되었습니다.

※ 본 교육자료의 저작권은 교육과학기술부, 한국항공우주연구원에 있으며 비상업적인 교육 목적에 한하여 사용 가능합니다.

발행일 | 2011.7

발행 | 교육과학기술부, 한국항공우주연구원

기획 | 이규수, 옥수현, 임영미

(한국항공우주연구원 홍보협력실)

원고작성 | 이용복 (서울교육대학교 과학교육과 교수)

고수미 (서울 우이초등학교 교사)

김혜진 (서울 영분초등학교 교사)

이나연 (서울 목동초등학교 교사)

이혜주 (서울 상봉초등학교 교사)

원고감수 | 심은섭 (한국항공우주연구원 책임연구원)

이주희 (한국항공우주연구원 선임연구원)

김연규 (한국항공우주연구원 선임연구원)

# Space Exploration

# 우주 탐사1

## 목 차

### 달 탐사 준비하기

이것을 가져갈 수 있을까? .....	07
달 착륙선 설계하기 .....	13
월면차 설계하기 .....	23
달 기지 설계하기 .....	29

### 달 탐사 임무

달의 지질 .....	41
달의 자원 .....	49
미지의 새로운 달 .....	59
충돌 크레이터 .....	67
달 중심부 표본 .....	75
암석 연마 도구 .....	83

### 달 탐사 탐구 활동

달 착륙 : 흔들리는 접시 .....	93
우주복 .....	99
물건 들어올리기 .....	107
정확히 겨냥하기 .....	113
열 느끼기 .....	121

## 1 단원 소개

달 탐사에 도전하기 전에 달 탐사를 떠날 준비를 해 보는 단원이다. 먼저 달 탐사를 할 때 탐사선에 실을 최대 적재 무게를 고려하여 적재물의 무게를 계산해 보도록 한다. 다음으로는 달 착륙선의 구조를 살펴보고 직접 설계를 해 본다. 그리고 월면차의 기능을 이해하여 월면차를 설계해 보고, 나아가 달 기지를 설계하는 활동을 한다.

## 2 주제 안내

순	주 제	대상학년	소요시간
1	이것을 가져갈 수 있을까?	1학년	45분
2	달 탐사선 설계하기	1학년	45분
3	월면차 설계하기	1학년	45분
4	달 기지 설계하기	1학년	45분

## 3 지도상 유의점

본 단원은 달 탐사를 떠나기 전 준비하는 활동들로 다소 쉬운 내용으로 구성되어 있다. 따라서 학생들이 달 탐사에 대해 흥미와 호기심을 가지고 자기 주도적으로 탐사 계획을 세워보는 것에 초점을 맞춰 지도한다. 1차시에서는 탐사선에 실을 최대 적재 무게를 예측하여 최종 결정의 기회를 제공한다. 2차시에서는 달 착륙선의 구조를 살펴보고 창의적으로 달 착륙선을 설계를 해 보도록 한다. 3차시에는 월면차의 설계 활동, 4차시에는 달 기지의 설계 활동에서는 조별로 설계 과정 속에서 충분히 토의하고 달의 특성과 관련지어 창의적으로 설계하도록 지도한다.

## 4 배경 지식

### :: 달 탐사의 역사에 대해 알아보까요?

1969년 7월 20일에 아폴로 11호는 달에 착륙해 24일에 돌아옴으로써 인류 최초로 달 착륙이 이루어졌다. 이후 우주선의 산소탱크 폭발로 달 착륙을 포기한 아폴로 13호를 제외하고, 아폴로 12호와 아폴로 14~17호는 성공적으로 임무를 마쳤다. 1972년 12월 아폴로 17호의 임무를 마지막으로 지금까지 달 표면을 걸어 다닌 사람은 없다.

아폴로 프로젝트 이후, NASA는 달을 탐사할 또 다른 계획을 세웠다. 1970년~1980년을

목표로 계획된 통합 유인 우주 비행 프로그램(Integrated Manned Space Flight Program)은 1969년에 발표했다. NASA는 아폴로 이후의 미국 우주 프로그램으로 다음 중 몇 가지를 고려하였다.

아폴로와 비슷한 형식으로 달 탐사를 새롭게 여섯 번 진행하고 우주 워크숍 수행하기, 달 탐사 두 번 더 하기, 며칠 동안 지속되는 달 탐사 연장 임무 수행하기 등이었다. 그 직후에 달 착륙선-B(LM-B)라고 하는 새 우주 연락선이 발사될 예정이었다. LM-B는 우주 비행사 세 명을 싣고 한 달간 달에 머물 수 있는 연락선이었지만, 우주 비행사 여섯 명을 싣고 우주에서 일주일간 머물 예정이었으며, 1975년에는 열 명 남짓 되는 우주 비행사들이 우주 정거장에서 가상 화성 비행을 시작할 예정이었다. 또한 재사용 가능한 최초의 왕복선이 곧 비행을 시작할 예정이었다. 이 왕복선은 30일 정도까지 궤도를 비행할 수 있도록 설계되었다.

1970년, North American Rockwell이 개발한 달 궤도 우주 정거장(LOSS) 설계 조사 임무에는 우주 비행사 6~8명을 태우고 극궤도의 달 궤도 우주 정거장을 향해 발사될 새턴 V-B 로켓이 있었다. 3년에 걸친 임무 계획에는 매년 6개월에 걸친 달 표면 탐사가 포함되었다. 이 임무의 목표에는 미래의 달 기지를 세울 장소를 찾고 달 자원을 분석하는 일이 포함되어 있었다.

그러나 미국 의회와 사람들은 아폴로 16호가 발사되던 무렵 이미 달에 대한 관심을 잃은 것 같았다. 결과는 이미 결정되어 있었던 것이다. 예정되어 있었던 마지막 세 번의 아폴로 임무(18, 19, 20호)는 새턴 V 로켓을 이미 만들었는데도 결국 취소되었다. 그러나 달에 대한 과학적 연구는 아직 초기 단계였다. 달에 관해 많은 것을 알게 되었지만 이제 겨우 몇 군데에만 착륙해 보았을 뿐이었다.

달에 남겨진 실험들은 몇 년간 지속되었지만 그 이후 의회의 재정 삭감으로 인해 중단되었다. 우주 워크숍과 비핵 우주 왕복선이 1970년대 의회 예산 삭감의 영향을 받지 않은 단 두 가지 프로젝트였다. 그러나 달에 관해 밝혀지지 않은 수많은 문제가 아직 존재한다.

그 이후 과학자들은 달의 암석과 달에 남겨둔 실험의 결과에 대해 연구해왔다. 그리고 그들은 다시 달로 돌아가서 연구해야 한다고 주장한다. 달에 다시 돌아가지 않는다면 이는 마치 지구 위 여섯 곳에 착륙했다가 표본 몇 가지를 가지고 돌아와 지구에 대해 알아야 할 “모든 것”을 알았다고 결론 내리는 일과 같았다.

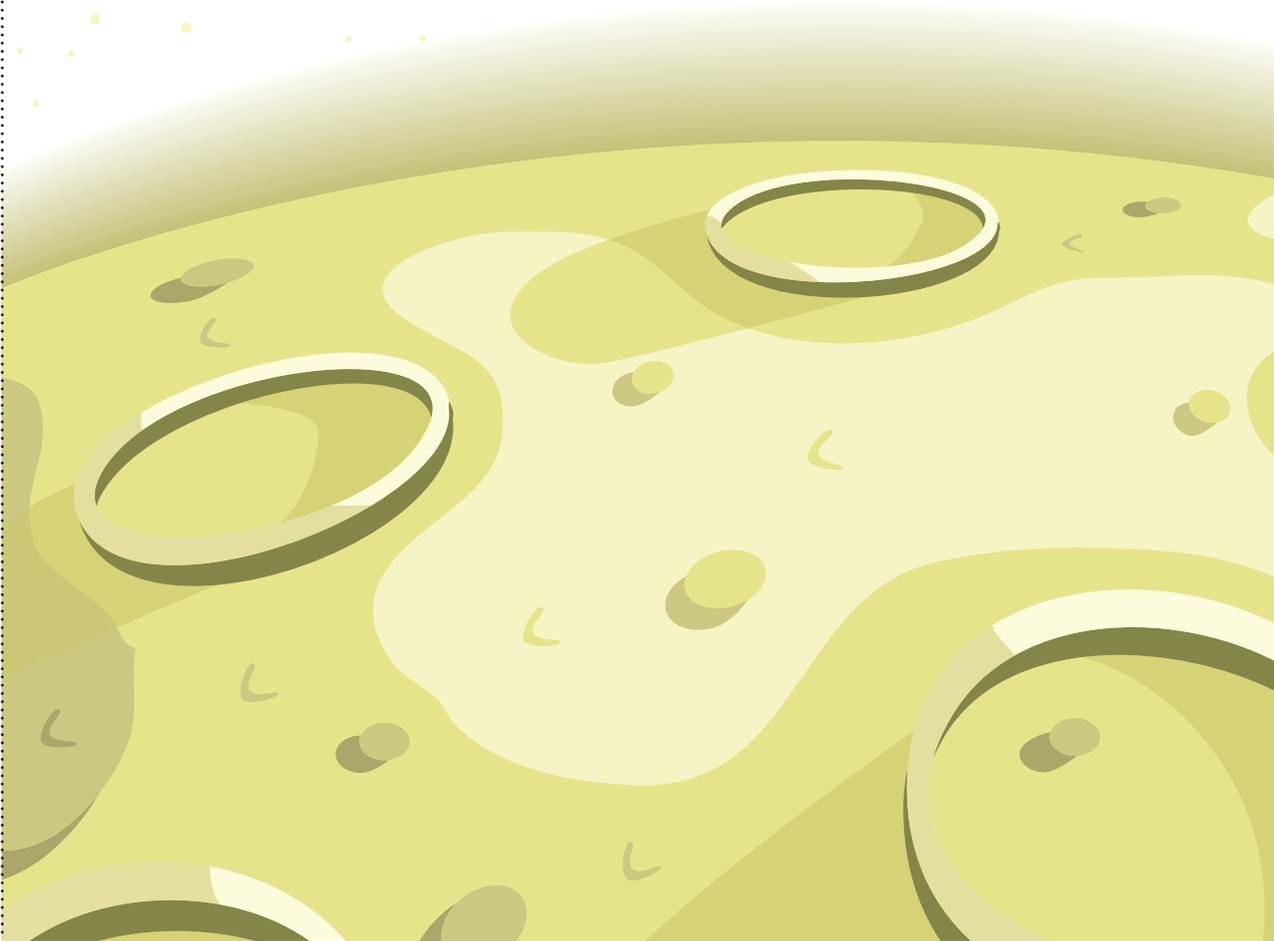
최근의 달 탐사 임무였던 클레멘타인과 루나 프로스펙터를 통해 과학자들은 달 표면의 구성 성분, 지형, 내부 구조, 양 극지방에 대해 더 많은 것을 알게 되었다. 예를 들어, 달의 지각에는 알루미늄이 매우 풍부하다. 이는 초기의 광범위한 용해로 달의 기원을 뒷받침하는 것이다. 하지만, 아폴로 11호와 17호의 우주 비행사들이 가지고 돌아온 달 바다의 현무암에는 티타늄 성분이 많이 있다. 달의 고지에서 발견된 마그네슘과 철이 풍부한 지역들은 일반적으로 고지의 지형이 아니라 큰 충돌 분지와 관련이 있다는 것을 발견했다.

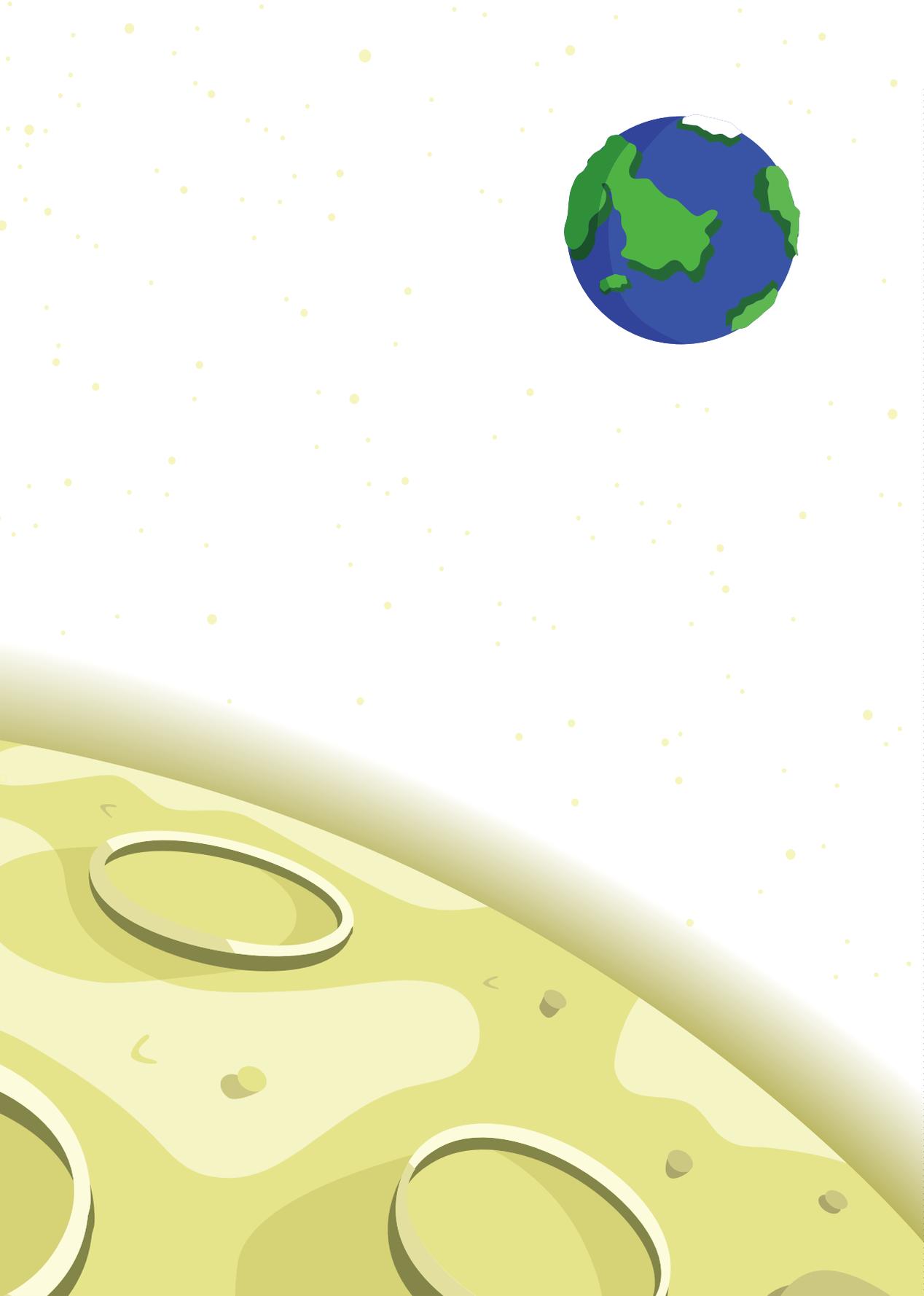
내부의 지표면 가까운 곳에 질량이 집중되어 있는 곳(마스콘)에서 거친 중력장을 유발한다. 궤



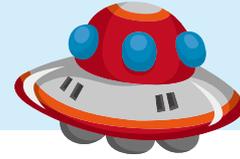
도를 도는 우주선에 지속적인 조정이 필요하기 때문이다. 큰 충돌 분지 바닥 아래에서 발견된 마스콘이 달의 맨틀에서 용기한 고밀도의 암석을 나타낼지 모른다고 추측할 수 있을 뿐이다. 혜성의 충돌에 의해 항상 어두운 달의 극지방 근처에서 발견된 지역에는 물이 있을 수도 있다고 한다.

달 과학자이자 The Once and Future Moon의 저자인 폴 스푸디스 박사는 여러 가지 이유로 NASA가 다시 달에 갈 것이라고 말한다. 스푸디스 박사는 화성에 가는 것보다 달에 가는 것이 비용이 더 적게 들 뿐만 아니라, 달이 우주에서 생활하고 일하는 방법을 배우는 일을 시작하는 데 적절한 곳이라 생각한다. 또 달을 통해 과학적 측면에서 천문학, 물리학, 생명과학, 지구과학에 대해 많은 것을 배울 수 있다. 위성 하나를 더 높은 정지 궤도로 쏘아올리는 데 필요한 연료보다도 적은 양으로 달 탐사를 통해 얻을 수 있는 것이 아주 많다.





# 이것을 가져갈 수 있을까?



달 탐사에 도전하기 위해서는 준비 과정이 필요하다. 본 차시는 달 탐사 임무를 수행하는 데 가져갈 수 있는 적재물의 최대량을 조별로 토의하여 결정하는 활동이다.  
최대 적재 무게를 넘지 않고 이 무게에 가장 근접한 조가 승자가 된다.



## 학습 목표

실험 요건을 지켜 달 탐사에 필요한 최대 적재물의 무게를 계산할 수 있다.



## 해당 학년

중학교 1 ~ 2학년



## 소요 시간

45분



## 이것이 필요해요

윗접시 저울 3개, 빈 용기 3개(시범 계량용), 417g의 추(59g의 추 3세트 + 80g의 추 3세트), 달 탐사 왕복 선 적재물 목록 활동지



## 이렇게 준비해요

- ① 최대 “임무 수행 무게”(59g의 추)가 실린 용기 3개를 준비한다.
- ② 이 최대 “임무 수행 무게” 용기와 동일한 빈 용기 3개를 준비한다.
- ③ 임무에 필요한 왕복선의 적재물 목록 활동지를 준비한다.
- ④ 윗접시 저울을 준비해 측정한다.
- ⑤ 각 조에 제공할 80g의 추를 준비한다.



## 핵심 단어

- 적재물 : 우주선에 싣는 물건들





## 활동 내용

### ❖ 도전과제 소개하기

도전과제의 목표는 최대 무게를 초과하지 않고 실험 요건을 정확하게 따르면서 달 탐사 임무에 필요한 가장 많은 품목을 선택하는 하는 것이다. 각 조별로 80g의 추가 제공되며 임무 수행 무게(59g)에 가장 근접한 조가 승리한다.

1. 3번의 시도 이내에 결정해야 한다.
2. 최대한 실을 수 있는 무게를 초과하지 않는 범위 내에서 필수 품목을 최대한 많이 포함하도록 선택해야 한다.
3. 꼭 지켜야 할 실험 요건은 다음과 같다.

- 최소 여행 기간 3일이다.
- 1회 비행할 때 사람은 2명 이상 탑승한다.
- 각 사람은 매일 3회 식사를 해야 한다.
- 각 사람은 도구를 2개 보유해야 한다.
- 각 사람은 응급처치 키트 1개를 보유해야 한다.
- 우주복 착용 시 사람의 체중: 1명당 3g
- 음식 무게: 한 끼당 1g
- 도구 무게: 도구당 2g
- 응급처치 키트: 키트당 5g

### ❖ 도전과제 해보기

1. 학생들을 세 조로 나눈다.
2. 각 조에 저울 하나, 동일한 용기 두 개(최대 무게 용기와 빈 용기), 80g의 추, 왕복선 적재물 목록 활동지 1장을 제공한다.
3. 학생들에게 적재물 목록 활동지를 자세히 검토하고 궁금한 점에 대해 질문할 기회를 준다.
4. 시범 계량을 3번 실시한다.
5. 최종 계량 활동을 마치고 각 조별로 최종 결정을 한다.

### ❖ 결과 토의하기

1. 각 조별로 최종 결정된 활동 결과를 발표한다.
2. 각 조별 최종 활동 결과를 칠판에 적으며 총 무게를 함께 계산해 본다. 실험 요건을 지키고 최대 무게(80g)를 넘지 않고 임무 수행 무게(59g)에 가장 근접한 팀이 승자가 된다. 다음 표는 활동 결과 예시 자료이다.

적재물 품목	예시 #1	예시 #2	예시 #3	예시 #4	예시 #5
임무 기간	3일	4일	4일	3일	5일
우주복을 입은 사람	6g (사람 수 : 2명)	6g (사람 수 : 2명)	9g (사람 수 : 3명)	12g (사람 수 : 4명)	6g (사람 수 : 2명)
음식	18g (사람 수×3끼니 ×#일)	24g (사람 수×3끼니 ×#일)	36g (사람 수×3끼니 ×#일)	36g (사람 수×3끼니 ×#일)	30g (사람 수×3끼니 ×#일)
도구	8g (사람 수×4)	8g (사람 수×4)	12g (사람 수×4)	16g (사람 수×4)	8g (사람 수×4)
구급상자	10g (사람 수×5)	10g (사람 수×5)	15g (사람 수×5)	20g (사람 수×5)	10g (사람 수×5) 구급상자 여분1개 = 5g
총 계	42g (최대 무게보다 17g 적음)	48g (최대 무게보다 11g 적음)	72g (최대 무게보다 13g 많음)	84g (최대 무게보다 4g 많음)	42g (최대 무게보다 17g 적음)



### 지도상 유의점

1. 실험 요건을 학생들이 분명히 인지하고 도전 과제를 해결할 수 있도록 지도한다. 이해가 불충분할 경우 예를 하나 들어준다. 이 활동은 학생들이 달 탐사선의 적재 품목을 선택했을 때 무게를 예측하는 능력과 정확한 계산 능력이 필요하다.
2. 추는 1g, 2g, 5g, 10g 등 다양한 종류를 준비하여 학생들이 윗접시 저울에 직접 추를 올려보면서 무게를 예측하고 최종 결정을 할 수 있도록 지도한다.



# 이것을 가져갈 수 있을까?

학년 반 이름

## 도전과제

달 탐사에 필요한 최대 적재물의 무게를  
계산해 봅시다.



달 탐사를 떠날 준비를 하고 있습니다. 달 탐사 임무를 수행하는 데 가져갈 수 있는 적재물에는 한계가 있습니다. 실험 요건을 지키고 달 탐사에 필요한 최대 적재물의 무게를 정확히 계산해 볼까요?



## 이것이 필요해요

윗접시 저울 3개, 빈 용기 3개(시범 계량용), 417g의 추(59g의 추 3세트 + 80g의 추 3세트), 달 탐사 왕복선 적재물 목록 활동지



## 핵심 단어

- : 우주선에 싣는 물건들



## 생각해요

❖ 다음 도전과제 및 실험 요건을 보고, 적재물의 무게를 예상해 봅시다.

도전 과제	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 최대 무게를 초과하지 않고 실험 요건을 정확하게 따르면서 달 탐사 임무에 필요한 가장 많은 품목을 선택하는 하는 것이다.</li> <li>2. 각 조별로 80g의 추가 제공되며 임무 수행 무게(59g)에 가장 근접한 조가 승리한다.</li> <li>3. 3번의 시도 이내에 결정해야 한다.</li> </ol>
----------	--

실험 요건	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최소 여행 기간 3일이다.</li> <li>• 1회 비행할 때 사람은 2명 이상 탑승한다.</li> <li>• 각 사람은 매일 3회 식사를 해야 한다.</li> <li>• 각 사람은 도구를 2개 보유해야 한다.</li> <li>• 각 사람은 응급처치 키트 1개를 보유해야 한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 우주복 착용 시 사람의 체중 : 1명당 3g</li> <li>• 음식 무게: 한 끼당 1g</li> <li>• 도구 무게: 도구당 2g</li> <li>• 응급처치 키트: 키트당 5g</li> </ul>

필수 적재 품목	나의 예상
우주복을 착용한 사람	_____ g (인원수 × 3)
음식	_____ g (인원수 × 3끼니 × 일수)
도구	_____ g (도구 수 × 2)
응급처치 키트	_____ g (인원수 × 5)
총 무게 #g	_____ g



## 활동 순서

1. 각 조에 저울 하나, 동일한 용기 두 개(최대 무게 용기와 빈 용기), 80g의 추, 왕복선 적재물 목록 활동지 1장을 준비합니다.
2. 적재물 목록 활동지를 자세히 검토하고 궁금한 점에 대해 질문합니다.
3. 시범 계량을 3번 실시할 수 있습니다.
4. 최종 계량 활동을 마치고 각 조별로 최종 결정을 합니다.
5. 각 조별로 최종 결정된 활동 결과를 발표합니다.
6. 각 조별 최종 활동 결과의 총 무게를 함께 계산해 봅니다. 실험 요건을 지키고 최대 무게(80g)를 넘지 않고 임무 수행 무게(59g)에 가장 근접한 팀이 승자가 됩니다.



# Preparing for lunar exploration



## 활동 결과

♣ 도전 활동 결과를 바탕으로 달 탐사선의 적재물 목록을 작성해 봅시다. 조원들의 생각을 모아 최종 결정을 내려 적어봅시다.

필수 적재 품목	시도 #1	시도 #2	시도 #3	최종 결정
우주복을 착용한 사람	_____g (인원수 × 3)	_____g (인원수 × 3)	_____g (인원수 × 3)	_____g (인원수 × 3)
음식	_____g (인원수×3끼니 ×일수)	_____g (인원수×3끼니 ×일수)	_____g (인원수×3끼니 ×일수)	_____g (인원수×3끼니 ×일수)
도구	_____g (도구 수 × 2)			
응급처치 키트	_____g (인원수 × 5)	_____g (인원수 × 5)	_____g (인원수 × 5)	_____g (인원수 × 5)
총 무게 #g	_____g	_____g	_____g	_____g

♣ 달 탐사선에 실을 적재물 결정하기 활동 후 느낀 점이나 자신의 생각을 적어봅시다.

---



---



---



---



---



---



---



---



달 착륙선의 구조에 대해 조사해 보고 조별로 달 착륙선을 설계해 보는 활동이다. 충분한 연료를 가지고 달에 착륙하게 될 가장 실용적이고 안정적인 달 착륙선을 제작하는 것이 목표이다. 설계 과정에서 달 착륙선 시스템에 대해 이해하고 협동을 통해 의사결정을 내리는 방법을 배우게 된다. 또한 달 착륙선에 가져갈 다양한 과학 장비에 대해서 살펴보고도 한다.



## 학습 목표

달 착륙선의 구조에 대해 조사하여 달 탐사를 위한 달 착륙선을 설계할 수 있다.



## 해당 학년

중학교 1 ~ 2학년



## 소요 시간

45분



## 이것이 필요해요

달 착륙선 구조 그림, 색연필, 싸인펜, 역할카드



## 이렇게 준비해요

- ① 달 착륙선 구조 그림을 인쇄하여 조별로 나눠준다.(조종실, 로켓 연료, 착륙장치, 로켓엔진)
- ② 인터넷을 연결하여 달 착륙선과 관련된 자료를 검색할 수 있는 환경을 조성한다.



## 핵심 단어

- **달 착륙선** : 두 명의 우주인을 달 궤도상에서 달 표면까지 왕복시키는 우주선이다. 달에는 대기가 없어 로켓엔진만으로 추진되며, 거의 수직 이착륙한다. 달 착륙선은 상승부분과 하강부분으로 나누어지며 달 표면에 내릴 경우나 달 표면에서는 하나의 우주선으로 가능하지만, 달 표면에서 이륙할 때는 하강부분이 발사대의 역할을 하고 분리되어 달 표면에 남고 상승부분만 우주선이 있는 달 궤도로 돌아온다.



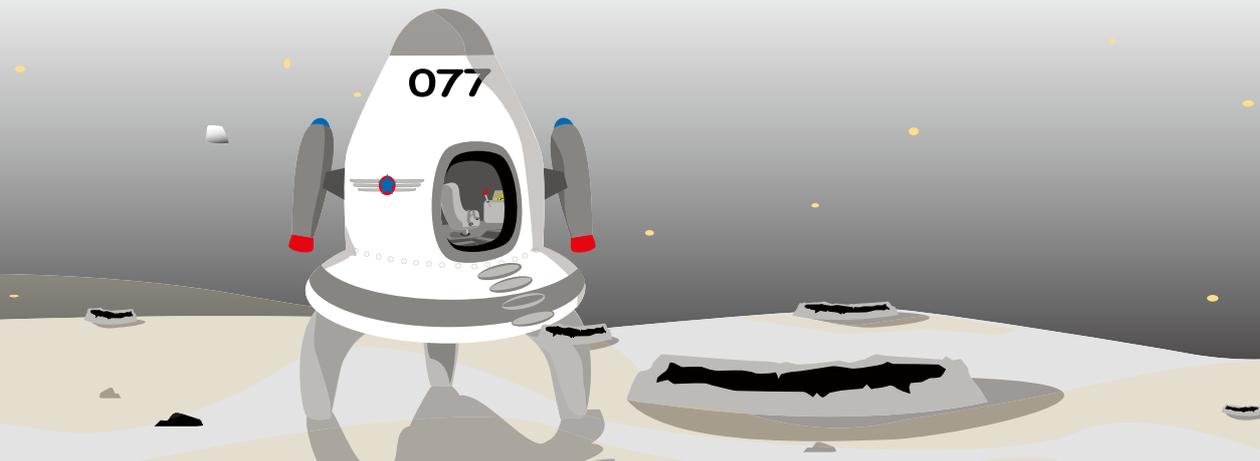
## 활동 내용

1. 각 조별로 역할 카드를 나눠주고, 활동에서 각자 자신의 역할이 무엇인지 이해하도록 한다.
  - 프로젝트 엔지니어: 착륙선 설계 과정 중에 토의를 이끌어 나간다.
  - 시설 엔지니어: 토의 과정 중 우주선의 기준에 맞는 달 착륙선 구조 그림을 제공한다.
  - 개발 엔지니어: 토의한 내용을 바탕으로 우주선 설계도를 그린다.
  - 시험 엔지니어: 설계의 각 단계마다 결정한 내용을 기록한다.
2. 달 착륙선 구조에 대해 조사한다.
3. 달 착륙선 구조 그림을 각 조별 시설 엔지니어에게 나눠주고 토의하도록 한다.
4. 시험 엔지니어가 설계 단계를 재점검하며 가장 효과적인 달 착륙선을 개발 엔지니어가 그리도록 한다.
5. 각 조별로 설계한 내용을 프로젝트 엔지니어가 전체 앞에서 발표한다.
6. 다양한 과학장비를 제시해주고, 그 중에서 달 착륙선에 실어야 한다고 생각하는 과학장비 2가지를 고르고 그 이유를 설명하도록 한다.



## 지도상 유의점

1. 달 착륙선을 설계할 때 달 착륙선 구조 그림을 이어 붙이는 것이 아니라 달 착륙선 구조 그림을 관찰하고 조별로 충분한 토의를 거쳐 새로운 달 착륙선을 설계해 보아야 한다. 각 구조를 선택한 근거를 분명히 제시하도록 지도한다.
2. 달을 탐사하기 위해서는 다양한 과학 장비가 필요하다. 몇 가지 과학 장비에 대해 안내를 해 주어 달을 과학적으로 연구하기 위해 사용할 수 있는 여러 장비에 대해 이해할 수 있도록 한다.





# 달 착륙선 설계하기

학년 반 이름

## 도전과제

달 탐사를 위한 달 착륙선 설계해봅시다.



달 착륙선의 구조에 대해 조사해 보고 조별로 달 착륙선을 설계해 보는 활동입니다. 충분한 연료를 가지고 달에 착륙하게 될 가장 실용적이고 안정적인 달 착륙선을 제작하는 것이 목표입니다. 또한 달 착륙선에 가져갈 다양한 과학 장비에 대해서 살펴보도록 합니다.



## 이것이 필요해요

달 착륙선 구조 그림(조종실, 로켓연료, 착륙장치, 로켓엔진), 색연필, 싸인펜, 역할카드



## 핵심 단어

- **달 착륙선** : 두 명의 우주인을 달 궤도상에서 달  까지 왕복시키는 우주선이다. 달에는 대기가 없어 로켓엔진만으로 추진되며, 거의 수직 이착륙한다. 달 착륙선은 상승부분과 하강부분으로 나누어지며 달 표면에 내릴 경우나 달 표면에서는 하나의 우주선으로 가능하지만, 달 표면에서 이륙할 때는 하강부분이  의 역할을 하고 분리되어 달 표면에 남고 상승부분만 우주선이 있는 달 궤도로 돌아온다.



## 활동 순서

1. 4인 1조로 편성하여 각자 역할을 1가지씩 말합니다.
  - 프로젝트 엔지니어: 조가 착륙선 설계 과정 중에 토의를 이끌어 나간다.
  - 시설 엔지니어: 토의 과정 중 우주선의 기준에 맞는 달 착륙선 구조 그림을 제공한다.
  - 개발 엔지니어: 토의한 내용을 바탕으로 우주선 설계도를 그린다.
  - 시험 엔지니어: 설계의 각 단계마다 결정한 내용을 기록한다.
2. 달 착륙선 구조 그림을 자세히 살펴보고 어떻게 설계하면 효과적일지 토의합니다. 달 착륙선에 대한 사전 지식이 부족하면 읽을 거리를 참고합니다.
3. 시험 엔지니어가 설계 단계를 재점검하며 가장 효과적인 달 착륙선을 개발 엔지니어가 그리도록 합니다.
4. 각 조별로 설계한 내용을 프로젝트 엔지니어가 전체 앞에서 발표합니다.



## Preparing for lunar exploration

5. 달 탐사를 위한 과학 장비에 대한 설명을 듣습니다. 설계한 달 착륙선에 실어야 한다고 생각하는 과학 장비 2가지를 고르고 그 이유를 설명하도록 합니다.



## 활동 결과

1. 달 착륙선 설계도를 그리고, 각 구조별로 설계한 이유를 적어봅시다.  
(조종실, 로켓연료, 착륙장치, 로켓엔진)

2. 달 착륙선 설계에 대해 스스로 평가해 봅시다.

설계 평가	부족		보통		우수
1. 착륙선 구조가 알맞게 설계되었나요?	1	2	3	4	5
2. 창의적으로 설계하였나요?	1	2	3	4	5
3. 조원들과 토의하여 설계를 결정했나요?	1	2	3	4	5



## 생각해요

♣ 설계한 달 착륙선에 실어야 한다고 생각하는 과학 장비 2가지를 고르고 그 이유를 적어봅시다.

과학장비 : 1.

2.

선택한 이유 :



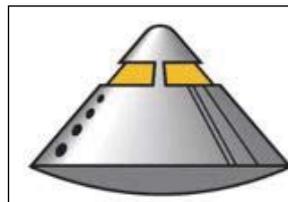
## 【읽을 거리】

### 달 착륙선 구조

충분한 연료를 가지고 달에 착륙하게 될 가장 실용적이고 안정적인 달 착륙선을 제작하는 것이 목표이다. 달 착륙선의 설계를 결정하는 데 유용한 정보는 다음과 같다.

상단에는 승무원 객실, 계기판 및 제어 장치, 산소, 항법 추진기 및 로켓 엔진이 탑재된 상승 본체 새시, 달 궤도로 복귀할 수 있을 만큼 충분한 연료와 배터리 전원, 탑승하지 않은 유인 탐사선(CEV) 등이 포함되어 있다. 또한 상단은 통신 장비를 운반한다.

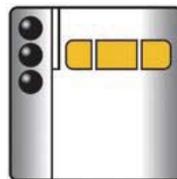
하단에는 다리, 하강 연료 및 1차 로켓 엔진, 화물실을 갖춘 착륙 플랫폼 새시가 포함되어 있다. 또한 하단은 며칠 동안 머물



조종실에는 비행 기간 5일 동안 우주 비행사 3명이 머물 수 있는 방이 있다.



조종실에는 5일간 비행하는 우주 비행사 5명을 위한 방 또는 14일간 비행하는 우주 비행사 3명을 위한 방이 있다.



조종실에는 7일간 비행하는 우주 비행사 6명을 위한 방 또는 14일간 비행하는 우주 비행사 4명을 위한 방이 있다.



조종실에는 비행 기간 3일 동안 우주 비행사 2명이 머물 수 있는 방이 있다.

# Preparing for lunar exploration

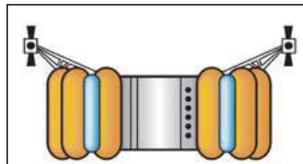
수 있을 정도의 식수와 1차 배터리 전원, 그리고 산소를 운반한다. 상단에서 달 표면에 접근하기 위한 사다리는 하단 착륙 장치 (landing leg)에 부착되어 있다.

**조종실** - 조종실의 모양은 임무 수행 기간, 우주 비행사, 승무원, 항력의 크기 같은 실제적인 용도에 따라 결정된다.

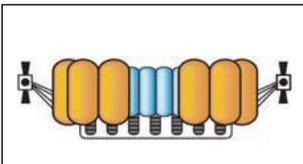
**로켓 연료** - 일반적인 액체 엔진은 연료로 수소를 사용하고, 산화제로 산소를 사용한다. 액체 엔진은 연료와 산화제가 극단적인 저온 상태에서 따로 저장되어 있다. 이 물질들은 CEV를 착륙, 기동 또는 도킹시키는 데 필요한 하강 엔진, 상승 엔진, 추력기 등에 공급된다. 로켓의 가장 핵심적인 구성부품인 추진체는 로켓 총 중량의 90~95%에 이른다.

**착륙 장치** - 착륙 장치는 우주선과 우주선이 착륙하는 표면 사이의 접촉 지점이다. 착륙 장치에는 대부분 착륙 장치에 내장된 충격 흡수 기능이 탑재되어 있다. 장치의 다리 부분 중 일부는 사용 가능한 위치에 배치해야 하는 반면, 일부는 우주선에 고정되어 있다. 또 일부는 압착할 수 있어 착륙 시 완충 기능을 제공한다.

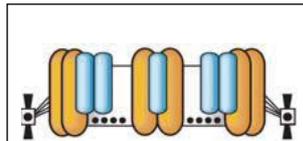
**로켓 엔진** - 일반적인 액체 엔진은 연료로 수소를 사용하고, 산화제로 산소를 사용한다. 추진체의 화학 에너지는 연소실에서 열의 형태로 방출된다. 추진체가 접촉과 동시에 점화되지 않았을 경우 액체 엔진에는 점화가 필요하다.



하강에 필요한 대량의 연료와 산화제 탱크



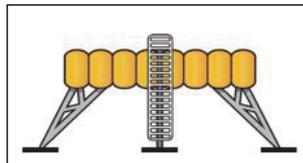
하강에 필요한 대량의 연료와 산화제 탱크



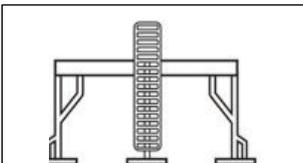
하강에 필요한 중간 정도의 연료와 산화제 탱크



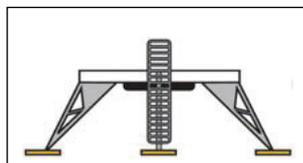
하강에 필요한 소량의 산화제 탱크 (연료 없음)



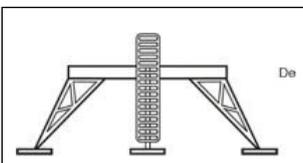
중간 정도의 연료 탱크가 있는 고정형 다리



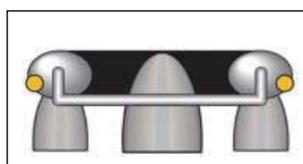
저장 공간이 없는 압착형 다리



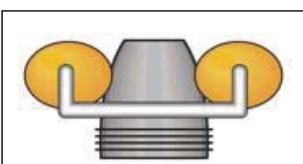
예비 저장 공간이 있는 고정형 다리



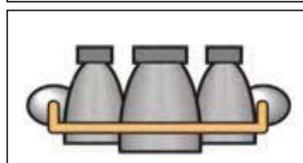
저장 공간이 없는 전개형 다리



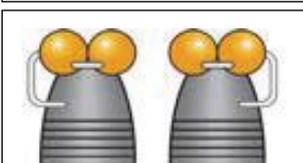
부착된 연료 탱크가 없는 소형 3중 로켓 엔진



부착된 연료 탱크가 있는 대형 단일 로켓 엔진



부착된 연료 탱크가 없는 대형 삼중 로켓 엔진

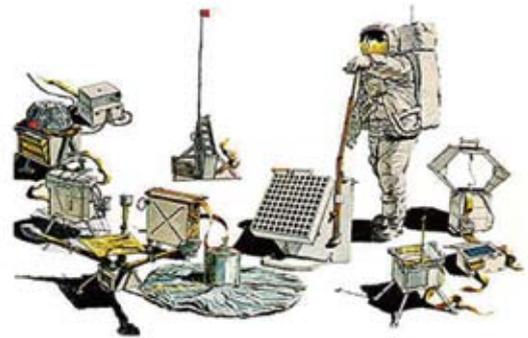


부착된 연료 탱크가 있는 이중 로켓 엔진

## 달 탐사를 위한 과학 장비

### 1. 카메라/망원경

과학자들은 망원경과 카메라를 이용해 달의 관점에서 우주를 관측할 수 있다. 사진을 분석을 위해 지구로 전송할 수도 있다.



### 2. 레이저 반사기(Reflector)

교실 한쪽에 거울을 세워 놓고, 교실의 다른 편에서 손전등을 거울에 똑바로 혹은 비스듬하게 비춘다. 과학자들은 달의 거리와 움직임을 판단하기 위해 달에서 거울을 사용해 레이저 빔을 지구로 반사시킨다.

### 3. 시료 채집기 탐지기(Collector Detector)

조각돌이나 BB탄을 컵에 떨어뜨린다. 그러면 제각각 다른 깊이만큼 가라앉을 것이다. 어떤 장비들은 측정 또는 향후 연구를 위해 알루미늄이나 에어로겔로 먼지 및 기타 입자들을 모은다. 이 탐지기는 데이터를 실험실이나 지구로 전송한다.

### 4. 지진 및 분출물 탐지기

학생들에게 큰 책상의 모서리 주위에 손을 얹으라고 한다. 테이블에 아무것도 놓여 있지 않도록 미리 조치를 취한다. 사전 같이 큰 책 한 권을 60cm~90cm 높이에서 테이블 중앙으로 떨어뜨리되 학생에게 떨어지지 않도록 주의한다. 학생들은 진동과 약간의 바람을 느낄 것이다. 그 바람 속에는 아마 보이지 않는 먼지도 약간 있을 것이다. 어떤 장비는 운석이 충돌할 때의 진동이나 바람 또는 날아오는 분출물 입자를 탐지한다.

### 5. 금속 탐지기

철가루를 비닐 지퍼백에 넣는다. 이 지퍼백을 OHP 위에 놓고 철가루를 지퍼백 중앙에 고르게 분포시킨다. 자석을 철가루 가운데에 놓고 모양을 관찰한다. OHP 위에서 철가루가 보이는 것처럼 달에서 자기력을 보고 (감지하고) 측정할 수 있는 장비들이 있다.

### 6. 전기 탐지기

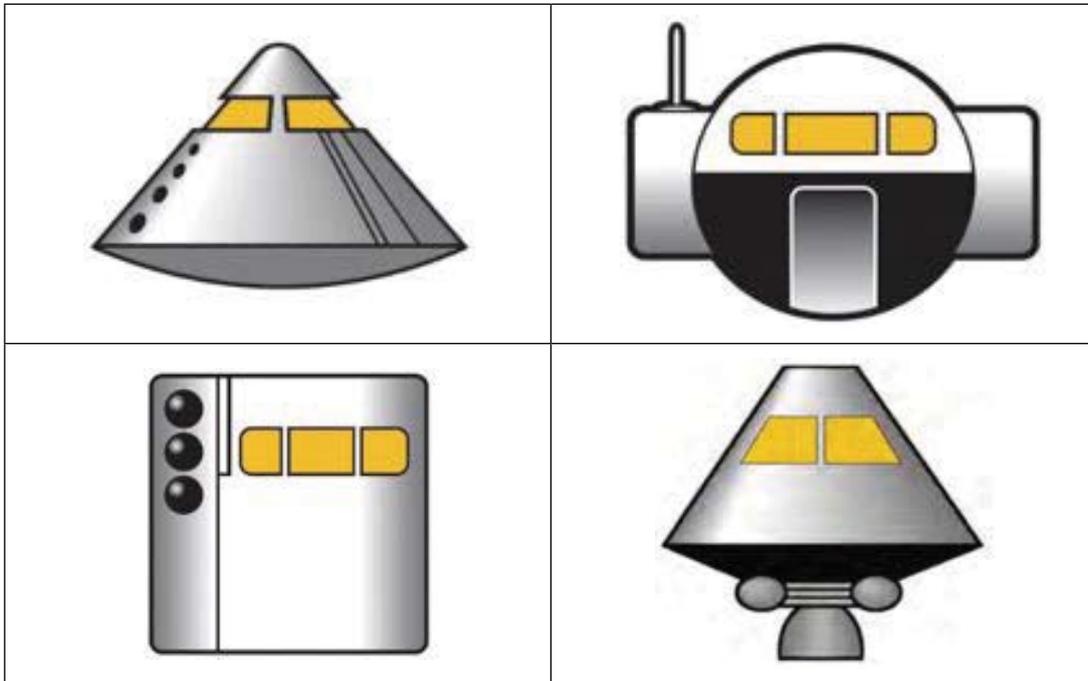
배터리 시험기(리드선이 있는 전류계와 혼동하지 않도록 할 것)를 꺼내서 각 배터리(AAA, AA, C, D, 9V)를 하나씩 시험한다. 학생들에게 각 배터리의 계측 눈금을 보여준다. 전기 탐지기는 과학자들이 달이 어떻게 전기를 전달하거나 포함하고 있는지 알아내기 위해 표면과 내부의 표면 가까운 곳에서 전기 실험을 하는 데 사용된다.



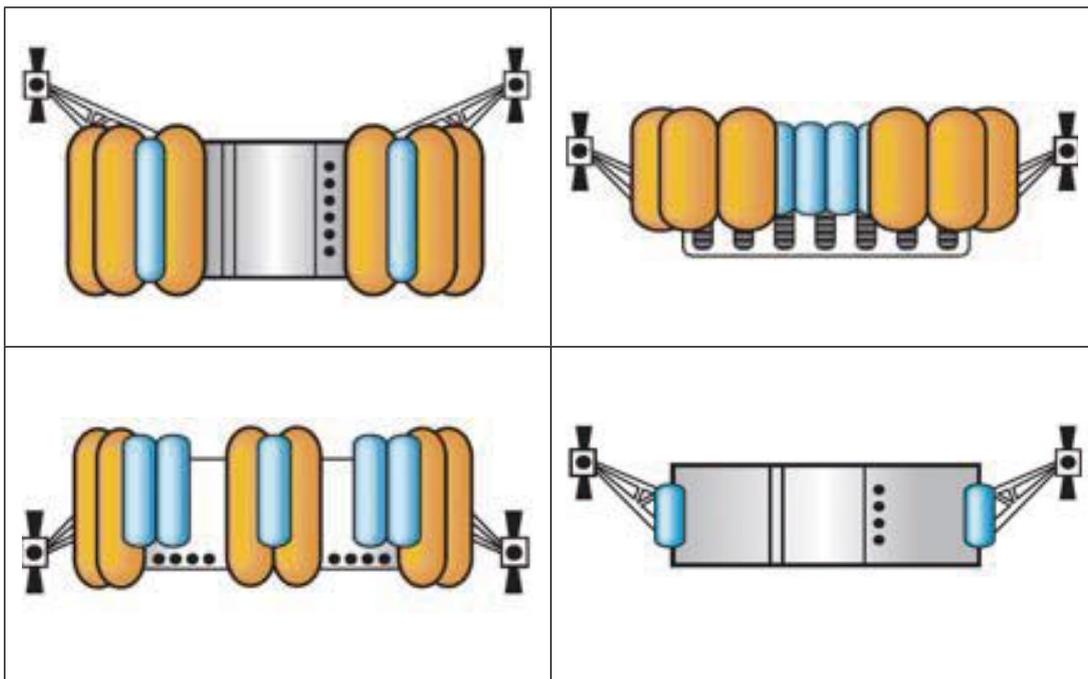
# 착륙선 구조 그림

# Preparing for lunar exploration

## ❖ 조종실

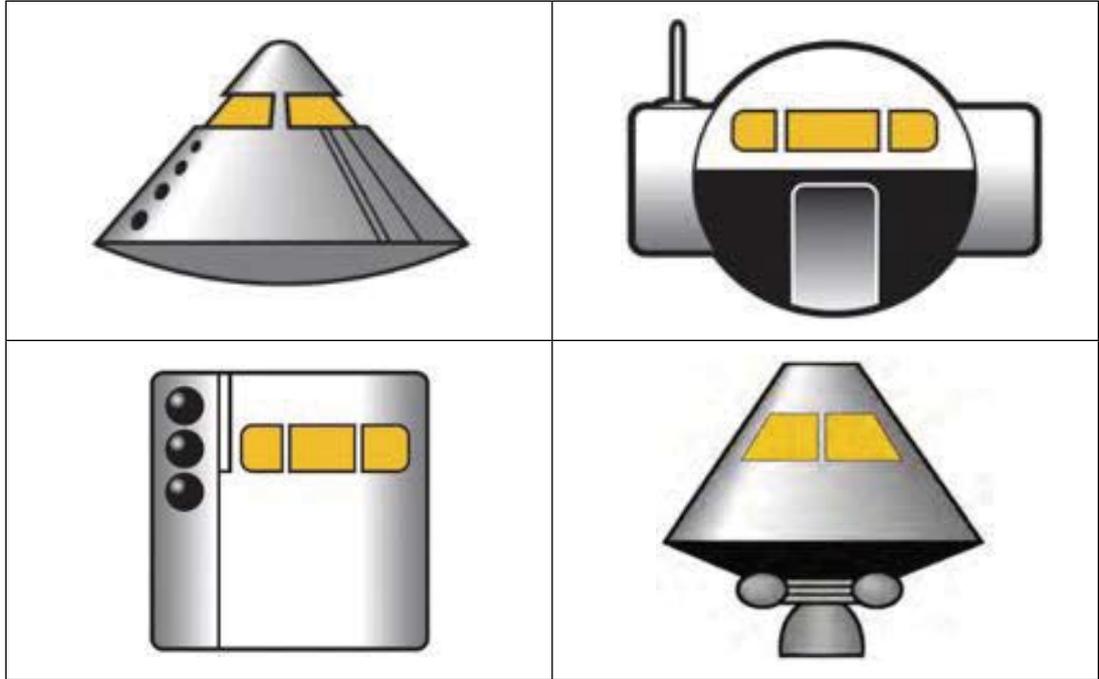


## ❖ 로켓 연료

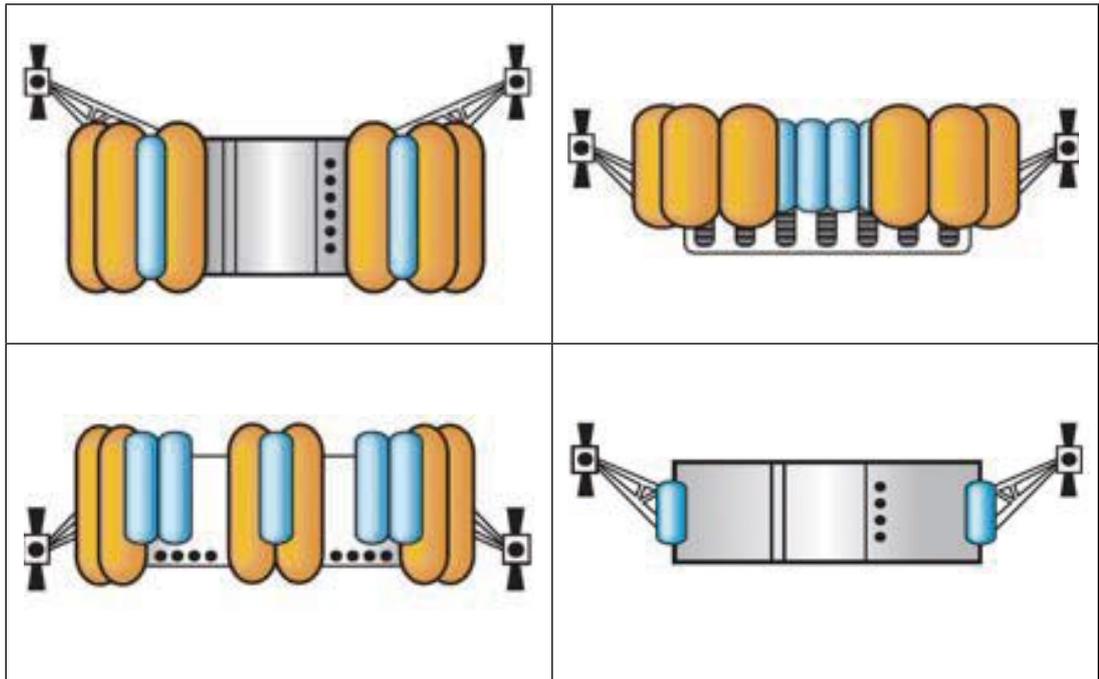


## 착륙선 구조 그림

### ❖ 조종실

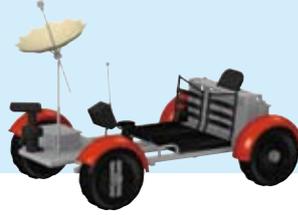


### ❖ 로켓 연료



# Preparing for lunar exploration





월면차의 구조에 대해 조사해 보고 조별로 월면차를 설계해 보는 활동이다. 설계 과정 속에서 월면차의 구조를 이해하고 협동을 통해 의사결정을 내리는 방법을 배우게 된다.



## 학습 목표

월면차의 구조에 대해 조사하여 달 탐사를 위한 월면차를 설계할 수 있다.



## 해당 학년

중학교 1 ~ 2학년



## 소요 시간

45분



## 이것이 필요해요

월면차 구조 그림, 색연필, 싸인펜, 역할카드



## 이렇게 준비해요

- ① 월면차 구조 그림을 인쇄하여 조별로 나눠준다.
- ② 인터넷을 연결하여 월면차와 관련된 자료를 검색할 수 있는 환경을 조성한다.



## 핵심 단어

- **월면차** : 달 표면의 탐험에 사용되는 자동차로 달 탐사장비와 암석표본 등을 운반할 때 사용한다.





## 활동 내용

1. 각 조별로 역할 카드를 나눠주고, 활동에서 각자 자신의 역할이 무엇인지 이해하도록 한다.
  - 프로젝트 엔지니어: 조가 월면차 설계 과정 중에 토의를 이끌어 나간다.
  - 시설 엔지니어: 토의 과정 중 월면차 구조 그림을 제공한다.
  - 개발 엔지니어: 토의한 내용을 바탕으로 월면차 설계도를 그린다.
  - 시험 엔지니어: 설계의 각 단계마다 결정한 내용을 기록한다.
2. 월면차 구조에 대해 조사한다.
3. 월면차 구조 그림을 각 조별 시설 엔지니어에게 나누어 준다. 월면차 구조 그림을 자세히 살펴보고 어떻게 설계하면 효과적일지 토의한다. 설계를 할 때 아래의 조건을 참고하여야 한다.

- 월면차는 달 표면 위에서 이동해야 한다.
- 월면차는 지정된 물질의 표본 3개를 분류해야 한다.
- 월면차는 표본을 지정된 수집 장소로 운반해야 한다.

4. 시험 엔지니어가 설계 단계를 재점검하며 가장 효과적인 월면차를 개발 엔지니어가 그리도록 한다.
5. 각 조별로 설계한 내용을 프로젝트 엔지니어가 전체 앞에서 발표한다.



## 지도상 유의점

월면차를 설계할 때 월면차 구조 그림을 이어 붙이는 것이 아니라 월면차 구조 그림을 관찰하고 조별로 충분한 토의를 거쳐 새로운 월면차를 창의적으로 설계해 보아야 한다. 그렇게 설계한 이유에 대해 명확히 설명하도록 지도한다.

달에는 공기가 존재하지 않는다. 따라서 자동차나 자전거 타이어처럼 공기가 가득찬 타이어는 폭발하게 되어 있다. 달의 환경적 특성과 관련하여 월면차를 설계해 보도록 지도한다.





# 월면차 설계하기

학년 반 이름

## 도전과제

달 탐사를 위한 월면차 설계해봅시다.

월면차는 어떻게 설계해야 할까요? 월면차의 구조에 대해 조사해 보고 조별로 멋진 월면차를 설계해 봅시다.



### 이것이 필요해요

월면차 구조 그림, 색연필, 싸인펜, 역할카드



### 핵심 단어

- 월면차 : 달 표면의 탐험에 사용되는  로 달 관측장치와 암석표본 등을 운반할 때 사용한다.



### 활동 순서

- 4인 1조로 편성하여 각자 역할을 1가지씩 말합니다.
  - 프로젝트 엔지니어: 월면차 설계 과정 중에 토의를 이끌어 나간다.
  - 시설 엔지니어: 토의 과정 중 월면차 구조 그림을 제공한다.
  - 개발 엔지니어: 토의한 내용을 바탕으로 월면차 설계도를 그린다.
  - 시험 엔지니어: 설계의 각 단계마다 결정한 내용을 기록한다.
- 월면차는 무엇인지 예시 그림을 살펴본 후 '생각해요'에 자신의 생각을 적어봅니다. 5. 달 탐사를 위한 과학 장비에 대한 설명을 듣습니다. 설계한 달 착륙선에 실어야 한다고 생각하는 과학 장비 2가지를 고르고 그 이유를 설명하도록 합니다.



## Preparing for lunar exploration

3. 월면차 구조 그림을 자세히 살펴보고 어떻게 설계하면 효과적일지 토의합니다. 설계를 할 때 아래의 조건을 참고하여야 합니다.

- 월면차는 달 표면 위에서 이동해야 한다.
- 월면차는 지정된 물질의 표본 3개를 분류해야 한다.
- 월면차는 표본을 지정된 수집 장소로 운반해야 한다.

4. 시험 엔지니어가 설계 단계를 재점검하며 가장 효과적인 월면차를 개발 엔지니어가 그리도록 합니다.

5. 각 조별로 설계한 내용을 프로젝트 엔지니어가 전체 앞에서 발표합니다.



### 생각해요

♣ 월면차는 달 탐사에서 어떤 역할을 할까요?

---



---



---



---





## 활동 결과

1. 월면차 설계도를 그리고, 각 구조별로 그렇게 설계한 이유를 적어봅시다.

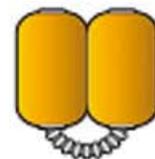
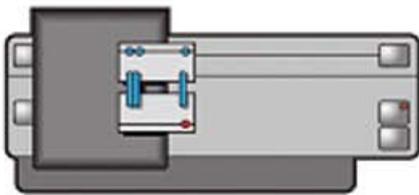
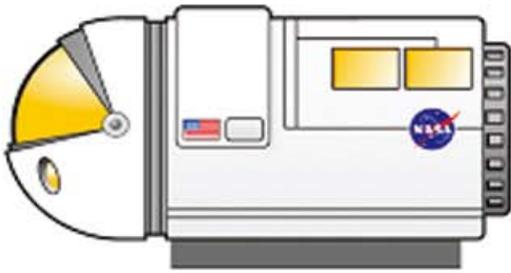
2. 월면차 설계에 대해 스스로 평가해 봅시다.

설계 평가	부족		보통		우수
1. 월면차 구조가 알맞게 설계되었나요?	1	2	3	4	5
2. 창의적으로 설계하였나요?	1	2	3	4	5
3. 조원들과 토의하여 설계를 결정했나요?	1	2	3	4	5



# 월면차 구조 그림

# Preparing for lunar exploration





달 기지를 건설하면 어떤 점이 좋은지 생각해보고 달 기지를 설계해 보는 활동이다. 달 기지를 설계하는 과정 속에서 달 기지 시스템에 대해 이해하고 협동을 통해 의사결정을 내리는 방법을 배우게 된다.



## 학습 목표

달 기지를 건설하는 목적을 정하고, 달 기지를 설계할 수 있다.



## 해당 학년

중학교 1 ~ 2학년



## 소요 시간

45분



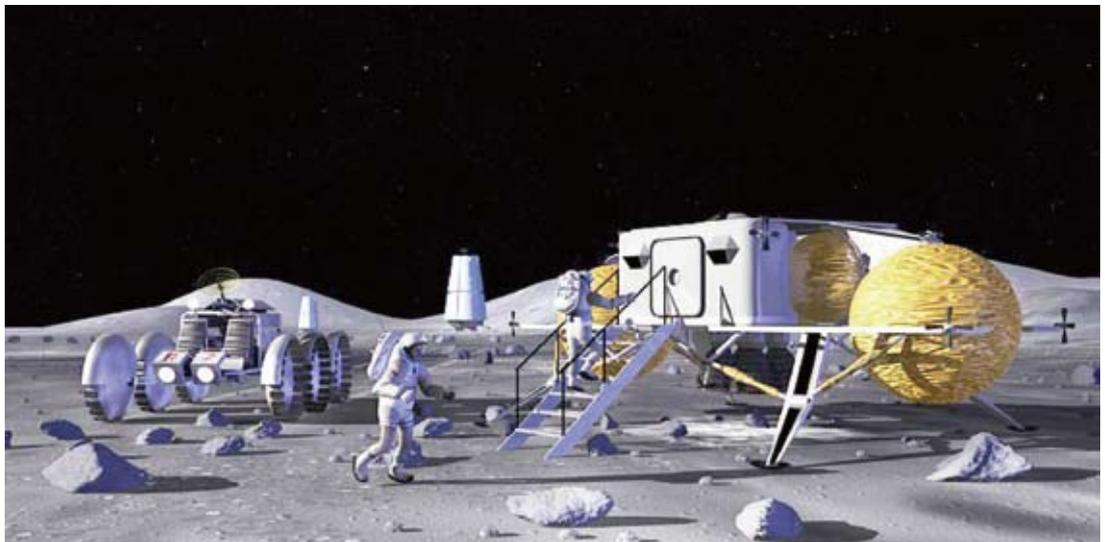
## 이것이 필요해요

달 기지 조각 그림, 색연필, 싸인펜, 역할카드



## 이렇게 준비해요

- ① 달 기지 조각그림을 인쇄하여 조별로 나눠준다.
- ② 인터넷을 연결하여 달 기지와 관련된 자료를 검색할 수 있는 환경을 조성한다.





## 활동 내용

1. 각 조별로 역할 카드를 나눠주고, 활동에서 각자 자신의 역할이 무엇인지 이해하도록 한다.
  - 프로젝트 엔지니어: 달 기지 설계 과정 중에 토의를 이끌어 나간다.
  - 시설 엔지니어: 토의 과정 중 달 기지 조각 그림을 제공한다.
  - 개발 엔지니어: 토의한 내용을 바탕으로 달 기지 설계도를 그린다.
  - 시험 엔지니어: 설계의 각 단계마다 결정한 내용을 기록한다.
2. 달 기지 건설이 필요한 이유에 대해 토의한다.
3. 달 기지 조각 그림을 각 조별 시설 엔지니어에게 나눠주고 달 기지 설계에 관해 토의하도록 한다.
  - ① 얼마나 많은 우주 비행사들이 거주해야 하는가?
  - ② 우주 비행사는 어떤 과학이나 실험을 수행하는가?
  - ③ 어떤 통신 시설이 필요한가?
  - ④ 공기와 전력은 어떻게 공급되는가?
  - ⑤ 운송을 위한 차량이 필요한가?
  - ⑥ 무엇을 채굴하거나 만들 것인가?
4. 시험 엔지니어가 설계 단계를 재점검하며 가장 효과적인 달 기지를 설계하여 개발 엔지니어가 그리도록 한다.
5. 각 조별로 설계한 내용을 프로젝트 엔지니어가 전체 앞에서 발표한다.



## 지도상 유의점

달 기지 설계 활동을 하기 전에 먼저 달 기지를 건설해야 하는 이유에 대해 충분히 토의하도록 지도한다. 달 기지 건설 목적이 분명해야 달 기지를 목적에 맞게 설계할 수 있다. 달 기지를 만드는데 필요한 건물에 대해 발표하게 한 후 그 이유를 충분히 따져보도록 한다.



# 달 기지 설계하기

학년 반 이름

## 도전과제



### 목적에 맞게 달 기지 설계하기

달 기지를 건설하면 어떤 점이 좋을까요? 달 기지를 건설하는 목적을 정하고, 달 기지를 설계해 봅시다.



## 이것이 필요해요

달 기지 조각 그림, 색연필, 싸인펜, 역할카드



## 활동 순서

1. 달 기지 설계 활동에서 역할을 한 가지씩 말합니다.
  - 프로젝트 엔지니어: 달 기지 설계 과정 중에 토의를 이끌어 나간다.
  - 시설 엔지니어: 토의 과정 중 달 기지 조각 그림을 제공한다.
  - 개발 엔지니어: 토의한 내용을 바탕으로 달 기지 설계도를 그린다.
  - 시험 엔지니어: 설계의 각 단계마다 결정한 내용을 기록한다.
2. 달 기지 건설이 필요한 이유에 대해 토의합니다.
3. 조 별로 달 기지 건설 목적을 정합니다.
4. 달 기지 조각 그림을 자세히 살펴보고 달 기지 설계 방법에 대해 토의합니다.
  - ① 얼마나 많은 우주 비행사들이 거주해야 하는가?
  - ② 우주 비행사는 어떤 과학이나 실험을 수행하는가?
  - ③ 어떤 통신 시설이 필요한가?
  - ④ 공기와 전력은 어떻게 공급되는가?
  - ⑤ 운송을 위한 차량이 필요한가?
  - ⑥ 무엇을 채굴하거나 만들 것인가?
5. 시험 엔지니어가 설계 단계를 재점검하며 가장 효과적인 달 기지를 설계하여 개발 엔지니어가 그리도록 합니다.
6. 각 조별로 설계한 내용을 프로젝트 엔지니어가 전체 앞에서 발표합니다.



# Preparing for lunar exploration



## 생각해요

♣ 우리 조의 달 기지 건설 목적을 정해봅시다.

---

---

---

---

---

♣ 우리 조의 달 기지 건설 목적을 달성하기 위해 달 기지 설계에 필요한 것들을 생각나는 대로 적어봅시다.

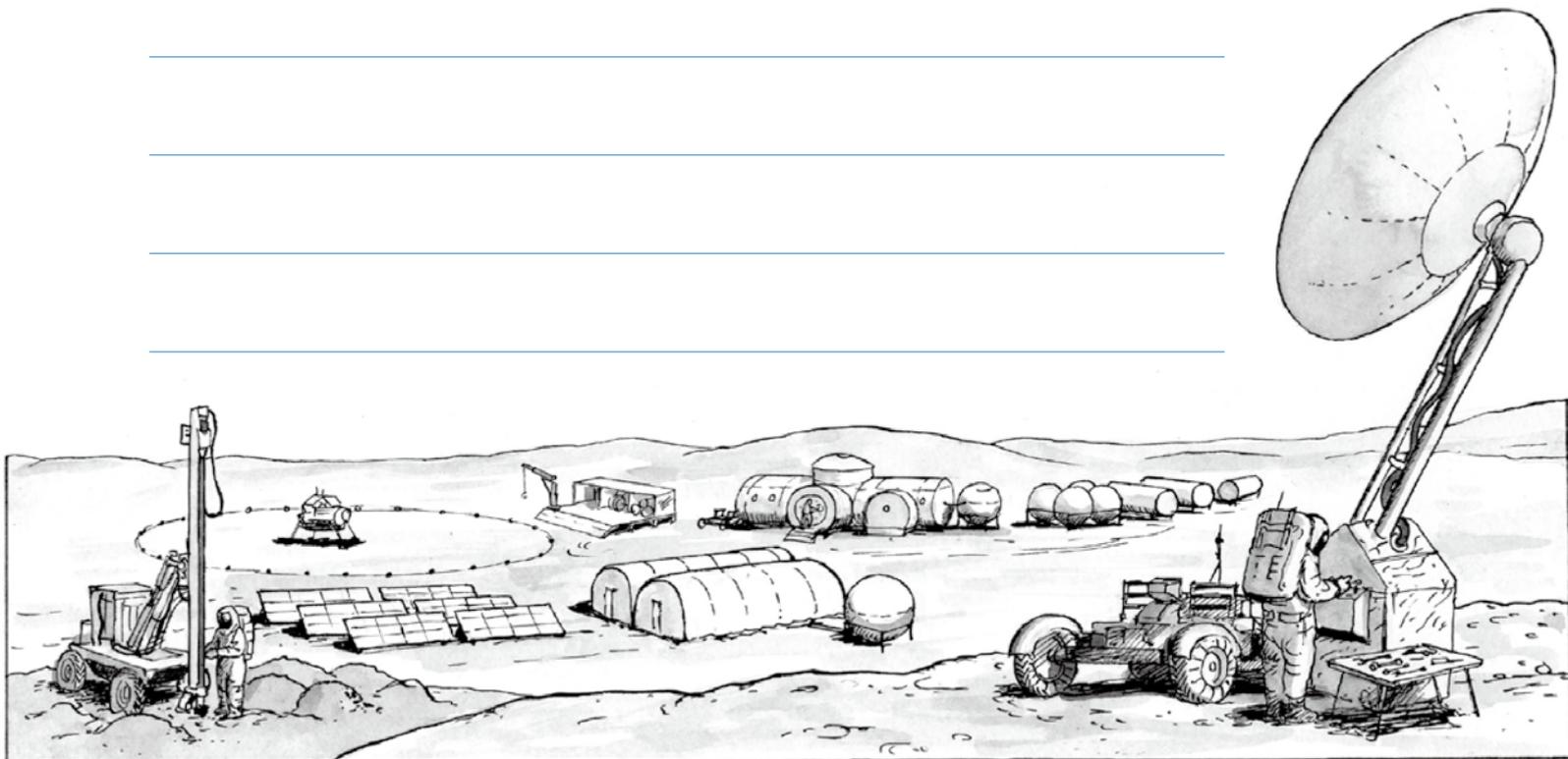
---

---

---

---

---





## 활동 결과

1. 달 기지 설계도를 그리고, 그렇게 설계한 이유를 적어봅시다.

2. 달 기지 설계에 대해 스스로 평가해 봅시다.

설계 평가	부족		보통		우수
1. 달 기지가 목적에 알맞게 설계되었나요?	1	2	3	4	5
2. 창의적으로 설계하였나요?	1	2	3	4	5
3. 조원들과 토의하여 설계를 결정했나요?	1	2	3	4	5



## Preparing for lunar exploration



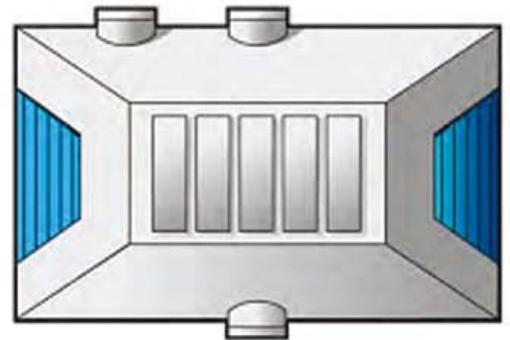
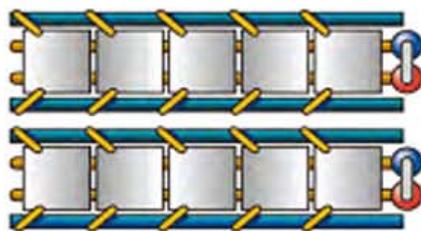
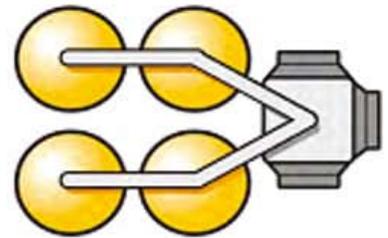
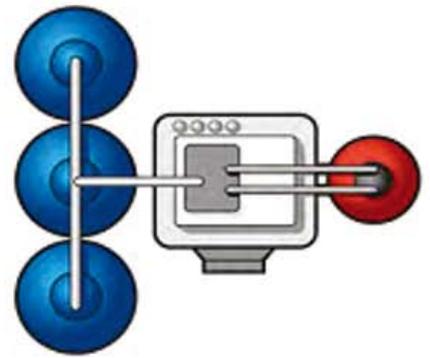
## 【읽을 거리】

달 기지

첫 번째 달 기지는 실제로 어떤 모습일까? 아직 그 답을 아는 사람은 아무도 없지만 설계를 했던 사람은 많이 있다. 1950년대와 1960년대에 21세기에는 달 기지가 운영되기를 바랐던 과학자와 엔지니어들은 여러 가지 설계를 발표하였다. 1992년에 NASA는 첫 번째 달 기지 설계 임무를 개발했다 폐기했는데, 이글루, 철도, 버스, 생물 생존권 및 돔 등이 있었다. 평창형 구조물, 지하 구조물, 남극점 구조물 및 달 균형점의 우주 공항 등이 모두 설계되어 있었다. 호텔, 실험실, 관측소, 스포츠 경기장, 광산 및 제조 공장 등 모두 실현 가능성이 대단히 높았다.

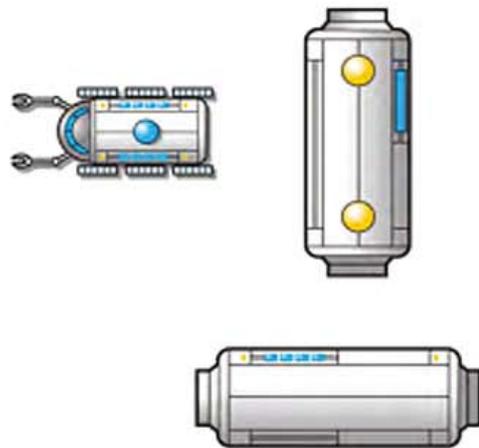
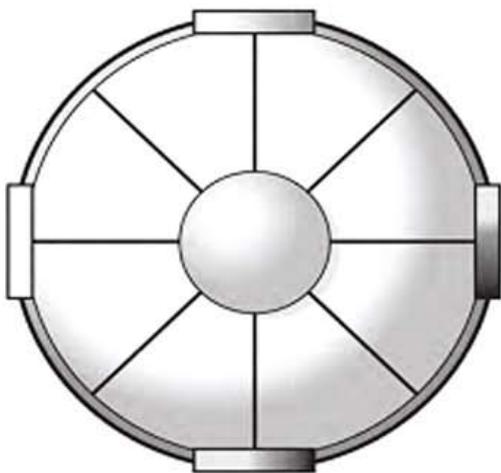
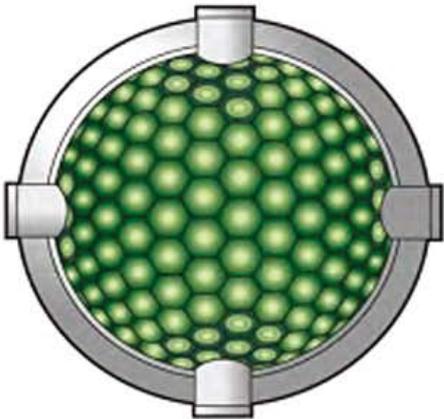
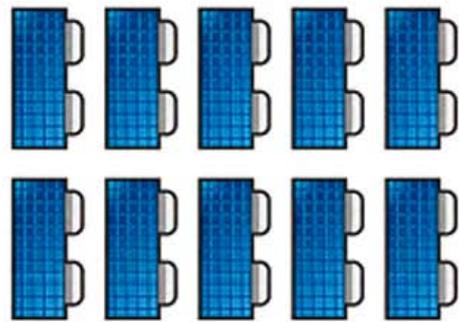
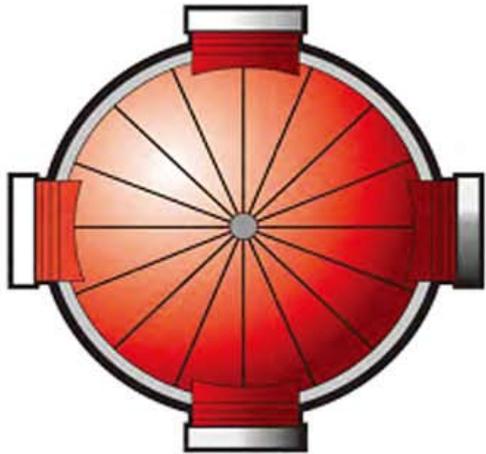


# 달 기지 그림



# 달 기지 그림

# Preparing for lunar exploration



## 1 단원 소개

앞 단원에서 달 탐사를 떠날 준비를 바탕으로 직접 달에 대해 탐사를 해 보는 단원이다. 먼저 달의 지리와 지질에 대해 조사하여 달의 지형에 대해 탐구해 보는 활동을 한다. 달의 자원에 대한 다양한 읽을거리를 읽고 달에 있는 자원의 종류에 대해 살펴보고 자원의 쓰임에 대해 알아본다. 새로운 달을 학생들이 직접 만들고 가상체험을 통하여 새로운 달을 관찰한다. 충돌 크레이터 형성 과정에서 발생하는 다양한 구조를 확인하고, 충돌 크레이터의 모양과 크기를 결정하는 조건들을 찾아보는 실험을 해 본다. 마지막으로 달 중심부 표본과 암석 연마 도구의 필요성을 알고 직접 만들어 보는 활동으로 구성되어 있다.

## 2 주제 안내

순	주 제	대상학년	소요시간
1	달의 지리와 지질	1 ~ 2학년	60분
2	달의 자원	1 ~ 3학년	45분
3	새로운 달	1 ~ 2학년	90분
4	충돌 크레이터	1 ~ 2학년	45분
5	달 중심부 표본	1 ~ 2학년	45분
6	암석 연마 도구	1 ~ 2학년	45분

## 3 지도상 유의점

1차시에서는 달의 지리와 지질에 대해 조사할 때 인터넷 환경이 되어 있는 컴퓨터를 확보하지 못할 경우, 미리 과제를 내어 조사해 오도록 지도한다. 2차시 달의 자원에 대한 읽을거리 내용이 학생들의 수준에서는 조금 어려울 수 있다. 따라서 내용을 나눠 읽고 내용에 대해 토의하는 과정을 통해 달의 자원에 대한 이해를 높일 수 있도록 한다. 달에 여러 가지 자원이 있음을 인지하고 자원이 쓰임까지 연결시킬 수 있도록 지도한다. 3차시에서는 새로운 달을 학생들이 직접 만들고 가상체험 활동을 할 때 여러 가지 감각을 활용하여 관찰할 수 있도록 지도한다. 4차시 충돌 크레이터를 만드는 실험을 할 때 학생들 스스로 충돌 크레이터의 모양과 크기를 결정하는 조건들을 찾아보도록 한다. 마지막으로 달 중심부 표본 만들기 활동과 암석 연마 도구 만들기 활동의 경우에는 각 활동의 필요성을 분명히 알고 만들 수 있도록 지도한다.

## 4 배경 지식

### :: 달에 대해 알아보까요?

달은 지구의 유일한 자연위성이다. 달은 지구에서 약 384,400km 떨어져 있고, 지름은 약 3,476km이다. 로마인들은 달을 루나(Luna) 라고 불렀고, 그리스인들은 셀레네(Selene)와 아르테미스(Artemis)라고 불렀으며, 여러 다른 신화에서 다양한 이름으로 불렸다. 달은 하늘에서 태양 다음으로 가장 밝은 물체다. 달이 지구 주위를 한 달에 한 번 돌면 지구, 달, 태양 사이의 각도가 바뀌게 되는데, 달의 위상이 주기적으로 바뀌는 모습을 관찰하게 된다. 합삭과 합삭 사이의 시간은 29.5일(709시간)로, 달의 궤도 주기는 별들에 대조하여 측정하는 것과는 약간 다른데, 이는 그 시간 동안 지구가 태양 주위의 궤도를 따라 상당한 거리를 이동하기 때문이다.



지구와 달 사이의 중력으로 재미있는 현상이 발생한다. 그 중 하나가 조수의 간만이다. 달의 중력은 달에 가장 가까이 있는 지구의 한쪽에서 더 강하게 작용하고 지구의 반대쪽에서는 더 약하게 작용한다.

지구는 완전히 단단하지는 않은데, 특히 대양이 그렇다. 그렇기 때문에 지구는 달과 마주하고 있는 쪽은 바깥쪽으로 늘어나고 그 반대쪽은 안쪽으로 늘어난다. 지구 표면에서 보면 달의 방향과 그 정반대 방향으로 두 개의 작은 융기가 보인다. 이 효과는 단단한 지각보다는 대양의 바닷물에서 훨씬 더 강하므로 물의 융기가 더 높게 일어난다. 지구의 자전 속도가 달의 공전 속도보다 훨씬 빠르기 때문에 이 융기는 하루에 한 번 지구 주위를 이동하고 높은 조수 간만이 하루에 두 번 발생한다.

그런데 지구는 완전한 유체도 아니다. 지구가 자전하면서 지구의 융기는 달 바로 아래 지점에서 약간 앞으로 이동한다. 즉, 지구와 달 사이의 힘이 정확히 두 행성의 중심점을 이은 선을 따라 작용하지 않기 때문에 지구에는 축의 회전력이 생기고 달에는 가속력이 생기게 된다. 이로 인해 지구의 회전 에너지가 달로 고스란히 이동되어 지구의 자전 속도가 100년에 약 1.5m/s씩 줄어들고, 달의 궤도가 1년에 약 3.8cm씩 더 높아지게 된다.

이러한 중력 상호작용에 의한 비대칭적인 특성은 달이 항상 같은 쪽만 지구를 향하고 있는 원인에 해당한다. 현재 달의 영향력에 의해 지구의 자전 속도가 느려지고 있는 것처럼, 오래 전에는 지구의 작용에 의해 달의 자전 속도가 느려졌다. 하지만 그때는 그 효과가 훨씬 더 강했다. 달의 자전 속도가 느려져 그 궤도 주기와 일치했을 때, 즉 융기가 항상 지구를 향해 있었을 때에는 달의 중심에서 벗어나는 축 회전력이 더 이상 존재하지 않았고 안정적인 상태에 놓이게 되었다. 결국에는, 지구의 자전 속도도 느려져서 달의 주기와 같아질 것이다.



사실 달은 달의 궤도가 원에 가까운 타원이기 때문에 약간 흔들리는 것처럼 보인다. 따라서 달 반대쪽의 몇 도 정도는 가끔 볼 수 있지만 달 반대쪽의 대부분은 1959년 구소련의 우주선 루나 3호(Luna 3)가 왼쪽과 같은 사진을 찍기 전까지는 전혀 알려지지 않았었다. 달에는 문자 그대로 “어두운 쪽”은 없다. 극지방에 가까이 있는 깊은 크레이터 몇 군데를 제외하고 달의 모든 지역은 대개 태양빛을 받는다.

달에는 대기가 없다. 그러나 클레멘타인 우주선이 입수한 자료에 따르면, 달 남극 근처의 햇빛이 들지 않는 깊은 크레이터 몇 군데에 얼음이 있을지도 모른다고 한다. 루나 프로스펙터 우주선도 이 사실을 확인했다. 북극에도 얼음이 있는 것 같다.





달 탐사에 대한 첫 번째 활동으로 달의 지리와 지질에 대해 조사해본다. 달 지질 조사에서는 달의 크러스트, 암석, 지층에 대해 탐구한다. 달 지리 조사에서는 달의 바다, 분지, 고지에 대해 탐구한다. 달의 지질과 지리에 대한 조사활동을 통하여 달의 주요 지형에 대해 알아본다.



## 학습 목표

달의 지질과 지리에 대한 조사를 통하여 달의 지형에 대해 설명할 수 있다.



## 해당 학년

중학교 1~2학년



## 소요 시간

60분



## 이것이 필요해요

컴퓨터, 달 사진, 달 조사하기 활동지



## 이렇게 준비해요

- ① 달 사진을 조별로 준비한다.
- ② 달에 관한 11개의 질문을 작성하여 달 조사하기 활동지를 학생들에게 나눠준다.



## 핵심 단어

- 달 지질학 : 달의 크러스트, 암석, 지층 등을 연구하는 학문
- 달 지리학 : 달의 바다, 분지, 고지에 대해 연구하는 학문





## 활동 순서

### ❖ 조사하기

1. 달의 지질과 지리에 대해 아는 대로 발표해 본다.
2. 컴퓨터를 활용해 인터넷에 접속하여 달의 지질과 지리에 대해 조사한다.

〈질문과 답〉

- ① 달의 어둡고 밝은 지형은 무엇인가?  
→ 밝은 지형은 고지이고 어두운 지형은 달의 바다이다.
- ② 달은 언제 생겼는가?  
→ 45억 년 전
- ③ 가루처럼 생긴 달의 흙을 무엇이라고 부르는가?  
→ 표토
- ④ 가루 같은 흙은 어떻게 만들어졌는가?  
→ 유성체와 혜성이 달 표면 부위를 분쇄하면서 부딪쳐 생겼다.
- ⑤ 우주선을 달의 궤도에 최초로 올려놓은 국가는 어디인가?  
→ 구소련의 우주선 루나 2호(1959년)
- ⑥ 달에 최초로 우주선을 착륙시킨 국가는 어디인가?  
→ 미국의 우주선 서베이어 1호(1966년)
- ⑦ 달 위를 걸은 최초의 사람은 누구인가? 그 날짜는 언제인가?  
→ 닐 암스트롱(1969년 7월 20일)
- ⑧ 아폴로 우주 비행사들은 달의 바위와 흙을 얼마나 지구로 보내왔는가?  
→ 381,925kg
- ⑨ 조지 W. 부시 대통령의 2004년 달 탐사 계획은 무엇이었나?  
→ 로봇 탐사, 그리고 2018년까지 인간이 달에 다시 돌아가는 것
- ⑩ 달에 물이 있는가? 있다면 거기에 물이 있다는 것을 어떻게 아는가?  
→ 아마 달의 어둡고 추운 지역에 있을 것이다. 클레멘타인과 루나 프로스펙터 우주선은 물이 존재할 가능성을 보여주었다.
- ⑪ 달을 적외선으로 촬영한 사진을 통해 무엇을 알 수 있는가?  
→ 달의 여러 가지 종류의 흙을 구분하는 데 도움을 준다.

### ❖ 결과 토의하기

1. 달이 어떻게 형성되었는지 토의한다.
- 아폴로가 가져온 달의 표본을 연구하기 전에는 달과 지구가 태양 은하에서 동시에 생성되었다는 응축설, 달이 지구에서 갈라져 나왔다는 분열설, 달이 다른 곳에서 형성된 후 지구에 의해 사로잡혔다는 포획설로

의견이 분분했다. 그 이후에는 충돌 이론이 유력하다. 지구의 생성 단계 막바지에 지구와 충돌했고, 암석 파편들이 분출되었다. 그 파편 중 일부가 지구 주위의 궤도로 들어가 합쳐져 달이 되었다는 것이다.

2. 달이 지구의 조수간만에 끼치는 영향에 대해 토의한다.

→ 지구는 완전히 단단하지 않고, 특히 태양이 그렇다. 따라서 지구는 달과 마주하고 있는 쪽은 바깥쪽으로 늘어나고 그 반대쪽은 안쪽으로 늘어난다. 지구 표면에서 보면 달의 방향과 그 정반대 방향으로 두 개의 작은 융기가 보인다. 이 효과는 단단한 지각보다는 태양의 바닷물에서 훨씬 더 강하므로 물의 융기가 더 높게 일어난다. 지구의 자전 속도가 달의 공전 속도보다 훨씬 빠르기 때문에 이 융기는 하루에 한 번 지구 주위를 이동하고 높은 조수 간만이 하루에 두 번 발생한다.

3. 달이 지구의 유일한 자연위성이라는 점에서 달과 지구의 관계에 대해 토의한다.



### 지도상 유의점

달의 지질과 지리에 대해 조사할 때 인터넷 환경이 되어 있는 컴퓨터를 확보하지 못할 경우, 미리 과제를 내어 조사해 오도록 지도한다.





# 달의 지질과 지리

학년 반 이름

## 도전과제

달의 지질과 지리에 대해 조사하여  
달의 주요 지형 알아봅시다.



달 탐사에 대한 첫 번째 활동으로 무엇을 할까요? 달의 지리와 지질에 대해 조사활동을 통하여 달의 주요 지형에 대해 알아봅시다.



### 이것이 필요해요

컴퓨터, 달 사진, 달 조사하기 활동지



### 핵심 단어

- 달  학 : 달의 크러스트, 암석, 지층 등을 연구하는 학문
- 달  학 : 달의 바다, 분지, 고지에 대해 연구하는 학문



### 활동 순서

1. 달 사진을 관찰하고 달의 지질과 지리에 대해 아는 대로 발표해 봅시다.
2. 컴퓨터를 활용해 인터넷에 접속하여 달의 지질과 지리에 대해 조사합니다.  
조사한 결과는 활동지에 적도록 합니다.

#### <질문>

- ① 달의 어둡고 밝은 지형은 무엇인가요?
- ② 달은 언제 생겼습니까?
- ③ 가루처럼 생긴 달의 흙을 무엇이라고 부릅니까?
- ④ 가루 같은 흙은 어떻게 만들어졌습니까?
- ⑤ 우주선을 달의 궤도에 최초로 올려놓은 국가는 어디인가요?
- ⑥ 달에 최초로 우주선을 착륙시킨 국가는 어디인가요?
- ⑦ 달 위를 걸은 최초의 사람은 누구입니까? 그 날짜는 언제입니까?

- ⑧ 아폴로 우주 비행사들은 달의 바위와 흙을 얼마나 지구로 보내왔습니까?
- ⑨ 조지 W. 부시 대통령의 2004년 달 탐사 계획은 무엇입니까?
- ⑩ 달에 물이 있습니까? 있다면 거기에 물이 있다는 것을 어떻게 압니까?
- ⑪ 달을 적외선으로 촬영한 사진을 통해 무엇을 알 수 있나요?

- 3. 달이 어떻게 형성되었는지 토의합니다.
- 4. 달이 지구의 조수간만에 끼치는 영향에 대해 토의합니다.
- 5. 달이 지구의 유일한 자연위성이라는 점에서 달과 지구의 관계에 대해 토의합니다.



### 활동 결과

- ① 달의 어둡고 밝은 지형은 무엇인가요?

---

- ② 달은 언제 생겼습니까?

---

- ③ 가루처럼 생긴 달의 흙을 무엇이라고 부릅니까?

---

- ④ 가루 같은 흙은 어떻게 만들어졌습니까?

---

- ⑤ 우주선을 달의 궤도에 최초로 올려놓은 국가는 어디입니까?

---

- ⑥ 달에 최초로 우주선을 착륙시킨 국가는 어디입니까?

---

- ⑦ 달 위를 걸은 최초의 사람은 누구인가? 그 날짜는 언제입니까?

---

- ⑧ 아폴로 우주 비행사들은 달의 바위와 흙을 얼마나 지구로 보내왔습니까?

---



㉑ 조지 W. 부시 대통령의 2004년 달 탐사 계획은 무엇입니까?

---

㉒ 달에 물이 있는가? 있다면 거기에 물이 있다는 것을 어떻게 압니까?

---

㉓ 달을 적외선으로 촬영한 사진을 통해 무엇을 알 수 있습니까?

---



## 생각해요

♣ 달이 지구의 유일한 자연위성이라는 점에서 달과 지구의 관계에 대해 토의한 결과를 적어봅시다.

---

---

---

---

---

---





## 【읽을 거리】

### 달의 지형

달의 지각은 평균 두께가 68km로, 위난의 바다(Mare Crisium) 아래는 정확히 0km이고 달의 반대쪽의 코롤레프(Korolev) 크레이터 북쪽은 107km다. 이 지각 밑에는 맨틀과 작은 핵(반경 약 340km, 달 질량의 2%)이 있을 것이다. 그러나 달의 맨틀은 지구의 맨틀과 달리 일부만 용해되어 있다. 이상하게도 달의 질량 중심은 기하학적 중심에서 지구 방향으로 약 2km 치우쳐 있다. 지각도 달의 안쪽이 더 얇다.

달에는 두 가지 주요 지형이 있다.

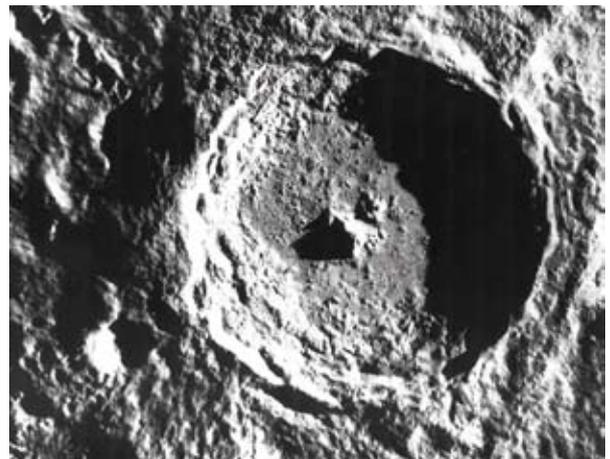
깊이 패여 있고 매우 오래된 고지와 상대적으로 부드럽고 발생한지 얼마 안 된 달의 바다가 있다. 달 표면의 약 16% 차지하는 달의 바다는 거대한 충돌 크레이터로, 나중에 용해된 분출물이 흘러넘친 곳이다. 대부분의 표면은 유성의 충돌로 발생하는 미세 먼지와 암석의 잔해인 표토로 덮여 있다.

달의 바다는 달의 안쪽에 집중되어 있는데 그 이유는 밝혀지지 않았다. 달 안쪽에 있는 크레이터는 대부분 튀코(Tycho), 코페르니쿠스(Copernicus), 프톨레메우스(Ptolemaeus) 같은 과학 역사에서 유명한 인물의 이름을 붙였다. 달의 바깥쪽에 있는 지형에는 아폴로(Apollo), 가가린(Gagarin), 코롤레프(Korolev) 같이 현시대에 좀 더 가까운 인물의 이름을 붙였다(루나 3호가 최초로 달 바깥쪽 사진을 촬영했기 때문에 러시아인 이름이 확실히 많음).

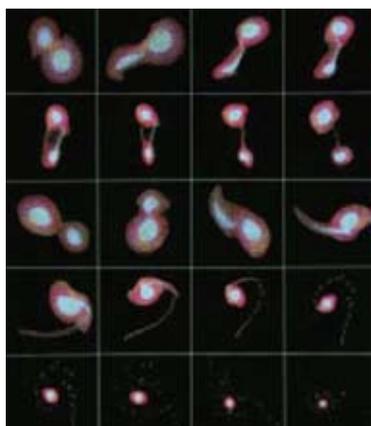
달 안쪽의 익숙한 지형 외에도 달 바깥쪽에는 직경이 2,250km이고 깊이가 12km인 남극, 즉 태양계에서 가장 큰 충돌 분지인 에이트켄 분지가 있다. 왼쪽 사진과 같이 서쪽 가장자리의 다중 링 크레이터인 오리엔탈 같은 거대한 크레이터들이 있다. 위 사진을 지구에서 본 모습이다.

아폴로와 루나 프로그램에서는 총 382kg의 암석 표본을 지구로 가지고 왔다. 우리가 달에 대해 알고 있는 세세한 지식들은 대부분 이 표본에서 비롯된 것이다. 이 표본은 그 연대를 추정할 수 있다는 점에서 특히 귀중하다. 마지막으로 달에 착륙한 지 수십 년이 지난 오늘날에도 과학자들은 이 표본을 연구한다.

달 표면에 있는 암석은 대부분 30억~46억 년 전에 생성된 것으로 보인다. 뜻밖에도 이것은 지구에서 드물게 발견되는 가장 오래된 약 30억 년 이상의 암석과 연대가 일치한다. 따라서 달은 지구에서는 구할 수 없는 태양계의 초기 역사에 대한 증거를 제공해 준다.



## 달의 기원



아폴로가 가져온 표본을 연구하기 전에는 달의 기원에 대한 합의가 이루어지지 않았었다. 당시에는 다음과 같은 이론이 세 가지 주요 이론이 있었다. 즉, 달과 지구가 태양 은하에서 동시에 생성되었다는 응축설, 달이 지구에서 갈라져 나왔다는 분열설, 달이 다른 곳에서 형성된 후 지구에 의해 사로잡혔다는 포획설이 있다.

이 이론 중 어느 것도 잘 들어맞지 않았다. 그러나 달의 암석에서 새롭고 상세한 정보를 얻었다. 그 이후에는 지구가 매우 큰 물체, 즉 화성만큼 크거나 그보다 큰 물체와 충돌하였고, 여기서 분출된 물질에서 달이 형성되었다는 충돌 이론이 나타났다.

지구가 생성되던 45억 년 전에는 작은 다른 행성체들도 생성되고 있었다. 이들 중 하나가 지구의 생성 단계 막바지에 지구와 충돌했고, 암석 파편들이 분출되었다. 그 파편 중 일부가 지구 주위의 궤도로 들어가 합쳐져 달이 되었다.

윌리엄 K. 하트만 박사와 도널드 R. 데이비스 박사가 1975년 과학지 Icarus에 실린 논문에서 달의 기원에 대한 충돌이론을 제시하였다.

### ❖ 달 사진





달에는 많은 자원들이 있을까? 달에 있는 자원을 활용하면 오랫동안 머무를 수 있는 달 기지를 건설하는데 많은 도움이 될 수 있다. 읽을 거리를 통해 달에 있는 자원의 종류에 대해 살펴보고 자원의 쓰임에 대해 탐구해보는 활동을 한다. 달 탐사선을 타고 달에 갔다면 어떤 자원을 지구로 가져올 것인지 토의해 보는 활동을 한다.



## 학습 목표

달에 있는 자원의 종류 대해 알아보고 자원의 쓰임을 탐구할 수 있다.



## 해당 학년

중학교 3학년



## 소요 시간

45분



## 이것이 필요해요

달의 자원에 대한 읽을거리 (달의 채광시설, 달 구조물, 달의 자원, 산소, 채광, 물질의 가공)



## 핵심 단어

- **채광** : 광석을 캐내는 것
- **가공** : 원자재를 인공적으로 처리하여 새로운 제품으로 만들어 내는 것



## 이렇게 준비해요

- ① 달의 자원에 대한 읽을 거리를 출력하여 학생들에게 나누어준다.
- ② 달의 자원에 대해 프리젠테이션 자료를 만들어 제시한다.





## 활동 내용

1. 달의 자원에 대한 읽을거리를 읽어본다. 내용이 많으므로 6인 1조가 되어 하나의 주제씩 맡아서 읽고 다른 친구들에게 설명을 해준다.(달의 채광시설, 달 구조물, 달의 자원, 산소의 생산, 채광, 물질의 가공)
2. 교사가 달의 자원에 대해 부가적으로 설명한다.
3. 다음 질문에 대해 토의해 본다.
  - ① 달에서 만들 수 있는 모든 물질 중에서 달에서 사용하기에 가장 잠재적인 이익을 가진 것은 어떤 것일까?
  - ② 달의 자원 중에서 지구로 운송하기에 가장 편리한 것은 어떤 것일까? 그 이유는 무엇일까?
  - ③ 달의 자원 중 어떤 물질을 가공할 시설을 설계하려고 한다. 어떤 가공 시설을 만드는 것이 효과적일까?
  - ④ 달에 있는 많은 자원들 중에서 어떤 것이 가장 고가일까?
4. 달 탐사선을 타고 달에 갔다면 어떤 자원을 지구로 가져올 것인지 생각해본다.



## 지도상 유의점

달에 있는 자원의 종류 대해 알아볼 때, 읽을거리 자료가 학생들 수준에서 이해하기 어려운 부분이 많다. 읽을거리 자료를 한 분야씩 나누어 읽고 친구들에게 설명을 해주다 보면 달의 자원에 대한 내용 파악이 용이하다. 부가적인 교사의 설명을 통해서 달에 있는 자원의 종류와 쓰임에 대해 탐구하도록 지도한다.

## 달 탐사의 과학적 활용

다시 달에 가기 위한 여러 계획 중에는 달 망원경의 개발, 오랜 시간 동안 유지할 수 있는 우주 비행 시스템을 시험하기 위한 영구 달 기지(예: 생명 유지, 우주복과 도구, 로버, 실험실), 지구에서 사용할 달 자원 채광, 수소-산소 화학 로켓 추진력원을 생산할 제조 시설의 개발 등이 있다.

달을 과학적, 산업적으로 활용하기 위한 다음과 같은 여러 가지 방법이 제시되었다.

- 과학 실험 복합 시설
- 천체물리학 관측소
- 우주에 기반을 둔 생산을 지원하는 산업 단지
- 우주선을 위한 주유 정거장
- 인간의 화성 탐사를 위한 훈련 시설과 조립 장소
- 핵 폐기물 저장소
- 갑작스러운 혜성과 소행성으로부터 지구를 보호하기 위한 대응 시설
- 가상 현실과 원격 현장감을 활용하는 외계의 엔터테인먼트 스튜디오

달의 과학 시설은 달의 독특한 환경을 활용해 천문학적 관찰, 태양 관찰, 우주 과학 관찰을 지원할 것이다. 그 독특한 특징에는 지구의 1/6에 해당하는 달의 중력, 높은 진공 상태, 지진 안전성, 낮은 온도, 달의 바깥쪽의 낮은 전파 잡음 환경 등이 있다.

달의 바깥쪽은 지구에서 전송되는 전파로부터 영구적으로 막혀 있다. 이처럼 유난히 조용한 달의 환경은 전파 망원경이 최대의 효과를 발휘할 수 있는 우주에서 유일한 장소이다. 단단하고 지진 안정성을 지닌 저중력 고진공 지대에서는 과학자들이 정확한 간섭 측정 기술을 활용하여 태양계 밖 행성을 탐색할 수 있다.

모든 장비를 갖춘 달 과학 기지 역시 생명과학자들에게 저중력 환경과 저자기장 속에서의 생물학적 과정을 면밀하게 연구할 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 예를 들어, 유전공학자들은 지구 생활권에서 따로 떨어져 있는 시설에서 실험을 수행할 수 있다.



유전공학적으로 설계된 달 식물은 식량의 주요 재료가 되어 기지의 생명 유지 시스템을 보충할 수 있을 것이다. 항상 어두운 남극 근처 지역은 거의 항상 태양 빛을 받는 지역에 가까이 있어서 달 시설에 필요한 태양 에너지를 무제한으로 공급받는다.

달에서 생활하면서 작업을 하는 최초의 달 연구자들은 우리의 태양계 탐사에서 달이 지니는 구체적인 역할을 확인하는 데 필요한 과학적 연구와 엔지니어링 연구를 수행할 것이다. 극지방에 달 얼음 저장고가 있는지 확인하고 표본을 채취하는 일은 미래의 달 기지 개발에 중요한 영향을 끼친다.

달의 천연자원을 이용해 유용한 제품을 만드는 기술은 달 문명의 발전에 영향을 끼칠 것이며, 이 제품들은 우주 전체의 상업화에 도움이 될 수 있다. 이들 제품에는 다음과 같다.

- 궤도간 수송기(orbital transfer vehicle)의 추진체로 사용되는 산소의 생산
- 우주 정거장, 우주 막사, 수송 차량의 방사선 차폐를 위한 달의 원토와 암석(표토)의 사용
- 우주의 구조물과 거주지 건설에 필요한 세라믹 및 금속 제품의 생산
- 달의 얼음에서 산소와 물 수확

최초의 달 기지에서는 달과 우주에서 사용할 제품을 생산하기 위한 달 자원 추출 시설과 공장을 운영하게 될 것이다. 여러 차례의 아폴로 임무를 통해 달에 실리콘, 철, 알루미늄, 칼슘, 마그네슘, 티타늄, 산소가 풍부하다는 것을 알고 있다. 달의 흙과 암석은 녹여서 유리 섬유, 판, 튜브, 봉을 만들 수 있다. 재료에 열을 가해 유착 과정을 거치면 달 벽돌과 기타 세라믹 제품을 생산할 수 있다. 철 금속은 녹이거나 분말 야금술을 이용해 여러 가지 모양으로 주조할 수 있다. 달의 물질로 만든 제품들은 거주지 건설, 대형 우주 시설의 건설, 전기 발전 및 전송 시스템에 필요한 차폐 재료 등의 시장에 출시될 수 있을 것이다.

많은 우주 예언자들은 우주 기반 산업에서 달이 주요 연구 대상이 되는 날을 상상하고 있다.



# 달의 자원

학년 반 이름

## 도전과제

달에 있는 자원의 종류 대해 알아보고  
자원의 쓰임을 탐구해봅시다.



달에는 얼마나 많은 자원들이 있을까요? 달에 있는 자원을 활용하면 는 달 기지를 건설하는 데 많은 도움이 될 수 있고 달의 자원을 지구로 운반해 사용할 수도 있습니다. 읽을거리를 통해 달에 있는 자원의 종류에 대해 살펴보고 자원의 쓰임에 대해 탐구해 봅시다.



## 이것이 필요해요

달의 자원에 대한 읽을거리 (달의 채광시설, 달 구조물, 달의 자원, 산소의 생산, 채광, 물질의 가공)



## 핵심 단어

- 채광 :  을 캐내는 것
- : 원자재를 인공적으로 처리하여 새로운 제품으로 만들어 내는 것



## 이렇게 준비해요

달의 과학적 연구에 대한 읽을거리



## 활동 순서

1. 달의 자원에 대한 읽을거리를 읽어봅니다. 내용이 많으므로 6인 1조가 되어 하나의 주제씩 맡아서 읽고 다른 친구들에게 설명을 합니다. (달의 채광시설, 달 구조물, 달의 자원, 산소의 생산, 채광, 물질의 가공)
2. 달의 자원에 대한 부가적인 교사의 설명을 듣습니다.
3. 다음 질문에 대해 토의해 봅시다.
  - ① 달에서 만들 수 있는 모든 물질 중에서 달에서 사용하기에 가장 큰 잠재적인 이익을 가진 것은 어떤 것일까요?
  - ② 달의 자원 중에서 지구로 운송하기에 가장 편리한 것은 어떤 것일까? 그 이유는 무엇일까요?

- ③ 달의 자원 중 어떤 물질을 가공할 시설을 설계하려고 한다. 어떤 가공 시설을 만드는 것이 효과적일까요?
- ④ 달에 있는 많은 자원들 중에서 어떤 것이 가장 고가일까요?
- 4. 달 탐사선을 타고 달에 갔다면 어떤 자원을 지구로 가져올 것인지 생각해봅시다.



### 활동 결과

달에 있는 자원의 종류를 마인드 맵으로 그려봅시다.



### 생각해요

- ♣ 내가 달 탐사선을 타고 달에 갔다면 어떤 자원을 지구로 가져올 것인지 생각해 봅시다.  
그 이유도 함께 적어봅시다.

---

---

- ♣ 이유 :

---

---





## 【읽을 거리】

### 달의 채광 시설

달 자원의 활용은 사람이 영구적으로 지낼 수 있는 달 기지를 설립하고 유지하는 데 중요한 역할을 한다. 새롭고 혁신적인 기술을 발견해 낸다면 미래 달 기지의 건설 성공이 보장된다. 이러한 새로운 기술에는 분명히 달 자원이 활용된다. 달 자원은 산소, 연료, 물, 건설 자재와 같이 보충해야 하는 자원을 공급하는 데 사용될 것이다. 달 자원을 활용할 수 없다면 많은 비용을 들여 이러한 자원을 지구에서 가져와야 한다.



달 자원에는 달의 흙에 있는 산소, 극지방의 물, 휘발성 기체 등이 있다. 자급자족하고 지구로부터 독립하기 위한 가장 중요한 단계는 달 자원을 활용해 달 기지를 건설하는 일이다.

달에서 건설 재료로 사용할 수 있는 최소 일곱 가지의 주요 자원을 발견하였다. 그 재료는 다음과 같다.

- 콘크리트
- 유황콘크리트
- 구조현무암
- 소결현무암
- 유리섬유
- 열성형 유리
- 금속

미래의 달 기지를 건설하는 데 위의 재료를 사용할 수 있을 것이다. 현무암은 달의 표토를 가열하고 냉각하는 간단한 과정을 통해 만들 수 있으며 1차 기지를 건설하는 데 사용될 가능성이 가장 높다.

### 달 구조물

달의 중력은 지구 중력의 1/6이므로 달 구조물은 유사한 지구의 구조물보다 여섯 배 큰 하중을 견딜 수 있다. 따라서 구조물을 더 두껍게 만들어 미소유성체, 방사선, 열로부터 비행사들을 더 효과적으로 보호할 수 있다. 달의 현무암은 영상 100°C에서 영하 150°C의 극한의 온도 범위에서도 견딜 수 있다. 달에는 풍화작용이 없으므로 달의 구조물들은 수명이 매우 길겠지만 달의 먼지는 마모력이 매우 강하다. 현무암이 침식에 매우 강하므로 달 구조물의 재료로 이상적이다.



달 표면에 달 기지를 건설하는 일은 과학자들에게 매우 매력적인 일이다. 주위 표토가 압력을 받는 구조물의 내력을 균등하게 하여 구조물에 작용하는 저항을 줄여주기 때문이다. 표면 아래에 건설된 기지는 태양 방사선과 우주 방사선으로부터 보호해야 할 면적이 작고 강한 열 변화로부터 보호를 받는다.

공장과 거주시설은 벽, 들보, 방사선 차폐막, 내부 구성요소로 이루어진다. 이는 모두 달의 유리섬유, 달의

글라스세라믹, 달의 철이나 기타 금속으로 만들 수 있다. 들보, 벽, 차폐막은 태양열 오븐과 주조 기술을 활용해 만들 수 있다. 창은 달의 유리로 만들 수 있고 거울은 달의 알루미늄으로 만들 수 있다.

## 달의 자원

지구에서 달로 자원을 수송하는 데에는 1kg당 2800만원 정도가 소요될 것으로 추정된다. 그러므로 이 비용을 절약하기 위해 우리는 달에 존재하는 자원을 사용해야 한다. 사용 가능한 자원 중에서는 표토가 가장 구하기 쉽고 건설 자재로 만들기 가장 쉽다. 달의 표토에는 산소, 실리콘, 마그네슘, 철, 칼슘, 알루미늄, 티타늄이 함유되어 있다.

달에 있는 흙의 약 40%는 산소로, 분자 규산염과 금속 산화물이 굳어서 된 것이다. 달에 산소가 이렇게 풍부한 이유는 산소가 여러 물질에 쉽게 결합되기 때문이다. 산소와 결합된 물질들은 가볍기 때문에 행성체가 진화할 때 표면 위로 떠올라서 크러스트를 형성한다. 금속은 산소와 결합하지 않는 성질이 있어서 보통 행성의 핵으로 가라앉았다. 금속은 크러스트에서 매우 드물게 발견되므로 표면 위에 사는 생명체에게는 매우 귀중하다. 산소는 표토를 이용해 만들 수 있고 숨 쉴 수 있는 공기로 사용할 수 있다. 산소의 또 다른 용도는 산소-수소 로켓 연료를 만드는 것이다. 달의 얼음 공급원에서 나오는 수소가 없더라도 로켓 연료에 필요한 대부분의 자원을 달에서 만들 수 있다.

달은 수백만 년 동안 미소유성체와 충돌했고 지질학적 활동이 없기 때문에 그 표면이 가루투성이다. 실제로 아폴로 우주선의 설계자들은 착륙선과 우주 비행사들이 표면 안으로 가라앉을 것으로 걱정했었다. 먼지 속에 발자국이 미세하게 찍혀 있는 것을 볼 수 있다. 달의 표면이 가루투성이고 중력이 1/6이기 때문에 이 가루를 채집하는 데에는 기계가 필요하지 않는다. 달은 저렴하게 채광하고 광물을 가공하는 데 이상적이라고 할 수 있다.

지구의 알루미늄과 철 광산에서는 땅에서 순수한 금속이 나오는 것이 아니라 실리콘 및 산소와 결합된 금속 요소를 함유하고 있는 규산염을 파내는 것이다. 이 물질을 가공해 금속을 분리해내는 데 열이나 화학물질 또는 전기가 사용된다. 이러한 시설을 제련소라고 한다. 달의 고지 광물인 회장석은 지구에서 알루미늄을 제련할 때 사용되는 보크사이트 광물과 비슷하다. 회장석은 알루미늄, 칼슘, 실리콘, 산소를 함유하고 있다. 회장석을 제련하면 순수 알루미늄, 칼슘 금속, 산소, 석영 유리를 생산할 수 있다. 아폴로 우주 비행사들이 착륙했던 달 고지의 평균 회장석 농도는 75%~98%였다. 가공하지 않은 회장석은 유리섬유와 기타 유리 및 세라믹 제품을 만드는 데에도 좋다.

알루미늄은 도체로 사용할 수 있다. 가벼워서 구조재와 거울을 만드는 데 좋다. 원자로 된 알루미늄 분말은 산소와 함께 태우면 좋은 연료가 된다. 실제로 이것은 우주 왕복선의 고체 로켓 추진체의 연료원이다.

알루미늄을 생산할 때 부산물로 만들어지는 칼슘 금속도 훌륭한 도체이다. 칼슘 금속은 더 높은 온도에서 알루미늄이나 구리보다 전기를 더 많이 전달하고 작업하기도 쉽다. 모양을 만들어 주조하고 기계로 만들기 쉬우며, 선으로 만들어 압력을 가해 두드려 펴기가 쉽다.

아폴로 우주 비행사들이 다량으로 발견한 티탄철광은 티타늄 함량이 높아서 태양광 수소를 추출하는 데 사용할 수 있다. 티탄철광을 가공하면 수소를 생산할 수 있다. 철 또한 티탄철광에서 추출할 수 있다. 달의 표토에서도 극소량의 자유철(0.5%)이 발견되었는데, 이것은 갈아서 자석으로 추출해 낼 수 있다. 철가루는 분말



야금이라고 하는 지구의 표준 가공법을 통해 부품들을 만드는 데 사용할 수 있다.

## 산소의 생산

NASA의 과학자, 칼튼 앨런은 자신의 논문, '달의 흙과 화산암 유리에서 산소 추출하기'에서 다음과 같이 말하고 있다. "그러나 달의 모든 암석과 흙은 금속 또는 비금속과 결합해 산화물을 이루어 약 45wt%의 산소를 함유하고 있다. 열, 전기 또는 화학 에너지를 적용해 그 화학적 결합을 깨뜨리면 산소를 추출할 수 있다. 달에서 산소를 추출하기 위해 20가지가 넘는 방법이 제안되었다. 달의 광물과 유리에 있는 철에 화학적으로 결합된 산소는 그 물질을 900°C 이상까지 가열하고 수소 가스에 노출시켜 추출할 수 있다. 기본 방정식은  $\text{FeO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$ 이다. 이 과정의 결과, 산소는 수증기의 형태로 방출된다. 이 수증기에서 잉여 수소와 다른 가스를 분리하고 전기 분해해야 한다. 그 결과 발생하는 산소는 액체로 응축시켜 저장한다. 달의 티탄철 광, 현무암, 흙, 흑요석 표본을 사용한 실험을 통해 이 과정의 필요조건과 효율성을 알 수 있다."

달의 산소 생산 과정에 필요한 최적의 직접 원료는 흑요석일 것이다. 아폴로 표본 모음에서 25가지 이상의 명백한 유리 구성원소가 확인되었다. 철이 풍부한 자원에서 특히 다량의 산소를 생산할 수 있다.

"달의 물질로 산소를 생산하는 것은 이제 현실이 되었습니다. 달의 현무암, 흙, 흑요석 표본을 이용해 수소 환원에 따른 산소 추출 실험에 성공하였습니다. 각 표본의 철 함유량만을 가지고 흙에서 생산되는 산소의 양을 예측할 수 있습니다. 대부분의 산소 추출 반응이 몇 십분 이내에 일어날 정도로 빠릅니다. 달의 흙 중 철을 함유하고 있는 모든 주요 형태에서 산소가 추출되지만 그 효율성은 각각 다릅니다. 미래의 달 기지에 산소 생산 공장을 설계할 때 이 자료가 도움이 될 것입니다."

- 존슨 우주 센터, 달 암석 실험실에서 작업을 하고 있는 달 과학자 칼튼 앨런 -

## 채광

달의 흙을 가공해 다른 물질로 만들기 전에 우리는 먼저 흙을 파서 가공 공장에 공급해야 한다. 이를 위해서 미국 광산국(U.S. Bureau of Mines)과 일부 대학교에서는 이미 달 채광 장비에 필요한 요건과 선택사항들을 고려하기 시작했다.

지구의 지하광산에서는 안전 문제와 척박한 조건 때문에 원격 조정 장비가 필요한 경우가 많다. 같은 이유로 달에서도 굴착과 운반 작업을 자동화하고 원격으로 조정해야 할 것이며, 채광 작업을 하기 전에는 지형도를 매우 상세히 작성해야 한다.

앞쪽 끝의 적재 장치로 표토를 퍼 운반차에 싣고 가공장으로 운반해 온다. 지구 또는 달의 작업자가 관성 유도, 레이더, 레이저 거리 측정법, 전자 지표, 위성 추적을 이용해 자동 운반차를 조정할 수 있다. 이 운반차들은 프로그래밍된 순서에 따라 광산에서 앞뒤로 움직일 것이다. 오늘날의 수많은 장난감과 원격 조정 장비에도 이와 똑같은 사전 프로그래밍 경로 기술이 사용된다.



달 통신 수신기, 증폭기, 트랜스폰더 네트워크, 컴퓨터 시스템이 필요할 것이며, 적재 장치와 운반차는 지구에서 발사해 달에서 조립할 수 있다.

운반차들은 지구의 장비처럼 구조적으로 거대할 필요가 없고, 적재 장치는 달의 표토를 퍼 올릴 때 평형추가 필요하기 때문에 모두 거의 똑같은 모습을 하고 있을 것이다. 이 평형추는 달에서 만들 수 있다. 간단한 양동기와 릴 시스템으로 앞쪽 끝의 적재 장치를 대체할 수 있다. 이 시스템이 흙을 경사로 위로 퍼 올려서 운반차에 실을 것이다.

아폴로 우주 비행사들은 달의 표면 아래에서 표본을 채취하는 데 약간 어려움을 겪었다. 표면 윗부분은 가루 투성이고 부드러웠지만 표면 안쪽을 뚫으려고 하자 드릴이 움직이지 않아 드릴을 그 자리에 버려야 했다. 아마도 시간이 지남에 따라 유성의 충돌로 인한 작은 진동이 반복되면서 흙의 입자들이 뿔뿔하게 메워졌기 때문에 부드러운 표면 아래의 흙은 매우 촘촘한 것으로 보인다.

또 다른 문제는 진공에서의 마찰력이다. 미국 광산국은 달 유사토를 가스가 거의 완전히 제거될 정도로 충분히 진공 상태에 노출시켰을 때 마찰력이 60배까지 증가한다는 사실을 알아냈다. 그러므로 마찰력을 최소화하는 특수 재료로 도구를 만들어야 한다. 또 달에서 사용하기 전에 진공 상태에서 달 유사토와 도구를 사용해 실험을 해야 한다. 아폴로 임무에서 사용된 지질학 도구의 전체 목록은 <http://www.hq.nasa.gov/alsj/tools/Welcome.html>에서 확인할 수 있다. [http://www.lpi.usra.edu/expMoon/Apollo11/A11\\_Samples\\_tools.html](http://www.lpi.usra.edu/expMoon/Apollo11/A11_Samples_tools.html)을 방문하면 아폴로 우주 비행사들이 수행했던 표본 채취 과정을 볼 수 있다.



달 표면의 그늘진 지역과 햇빛이 비치는 지역 사이에는 상당한 온도차가 발생한다. 장비를 설계할 때 매우 높은 온도(140°C)에서 견딜 수 있게 하거나 햇빛 차단제를 사용할 수 있다. 밤에는 채광 장비를 덮고 터널 창고에서 열을 가해주어야 한다.

## 물질의 가공

달 표면 상단의 몇 미터는 여러 가지 물질의 혼합물로 구성되어 있는 반면, 아래 쪽은 오래된 마그마가 바다에서 형성되어 보다 균일한 광물이 존재한다. 표면의 혼합물은 소행성들이 충돌하면서 표면 여러 곳의 물질이 서로 섞여 형성된다. 소행성의 분출물이 가열되고 그 이후 빠르게 냉각되기 때문에 표면은 더 매끄럽다.

달의 화산 활동 역시 표면이 매끄러워지는 데 일조했다. NASA 실험에서는 시뮬레이션 된 달의 흙을 사용해 우주 공간이나 달 위 건물에 구조재로 사용할 수 있는 우수한 기계적 특성을 지닌 "글라스세라믹"을 생산했다. 달에는 천연유리가 더 흔하다. 이는 달에 물이 부족해 수십억 년 전 발생한 화산 폭발 당시 유리가 자연 상태로 보존되었기 때문이다.

투명하고 순수한 석영 유리(SiO<sub>2</sub>)는 달의 물질에서 쉽게 만들어진다. 완벽한 무수 상태(수소가 없음)로 만들 수 있기 때문에 이 석영 유리는 지구에서 생산되는 것보다 광학적으로 더 우수하게 만들 수 있다. 무수 유리는



기계적 속성이 상당히 우수하기 때문에 구조재로 사용되어 왔다. 소행성의 니켈-철 강철로 강화한 유리 구조 보는 광범위한 장력과 압력에 견뎌내는 구조보로 사용할 수 있다.

현재 개발하고 있는 공정을 활용해 달에서 다량의 유리섬유와 핸드 세라믹을 만들 수 있다. 세라믹 생산에 활용되는 소결 기술은 분말 형태의 물질을 매우 높은 온도에서 녹인 후 천천히 냉각해 고체로 만드는 기술이다. 지구에서 일상적으로 이루어지는 이 과정은 산소, 물 또는 불순물을 만들어 내는 다른 분자가 없는 진공 상태에서 훨씬 더 효과적이다. 달의 물질을 소결하는 데 태양열 오븐이나 전자레인지 사용할 수 있다. 이렇게 해서 만들어진 물질은 밀도가 낮고 쉽게 잘라서 모양을 만들 수 있으며 하중이 작고 열에 대한 보호 기능이 뛰어나다.

내마모성이 높고 충격 저항력이 꽤 강한 글라스세라믹은 현무암으로 만들 수 있다. 주조 현무암 생산 기술의 역사는 50년 넘게 이어져 왔다. 이 기술은 타일, 파이프, 기타 산업재 생산에 사용된다. 현무암을 약 1,350°C에서 녹여 모래나 금속 주형에 부은 다음, 이 현무암을 약 900°C에서 응고시킨다.

달의 물질 가공에 대한 보다 자세한 내용은 마셜 우주 비행 센터의 <[http://science.nasa.gov/newhome/headlines/msad28apr98\\_1a.htm](http://science.nasa.gov/newhome/headlines/msad28apr98_1a.htm)>에서 확인할 수 있다.

위스콘신 대학교의 우주 자동화 및 로봇 연구 센터의 연구자들은 에너지 생산의 미래가 헬륨-3에 있다고 생각한다. 핵융합로에서 헬륨-3 1톤을 수소의 한 형태와 결합시키면 인구 천만 명이 거주하는 도시에 필요한 전력을 공급할 수 있다.

아폴로 우주 비행사들이 채집한 달 표본은 헬륨-3가 매우 풍부하여 지구의 에너지 수요량을 적어도 1,000년 동안 충족할 수 있다는 것을 보여준다. 그러나 헬륨-3로 돌아가는 융합 발전소가 현실이 되려면 수많은 연구가 선행되어야 한다. 이론에 따르면 헬륨-3를 이용한 융합로는 높은 수준의 방사성을 갖는 폐기물을 발생시키지 않기 때문에 분열로보다 우수할 것이다.

과학자들은 한 연구를 통해 태양에서 생성되어 태양풍에 의해 달에 퇴적된 달의 헬륨-3를 채굴, 지구로 운송할 수 있을 것이라고 결론 내렸다. 일각에서는 헬륨-3의 가치를 배럴당 7달러에 석유를 구입하는 것과 같다고 이른 추정을 하기도 한다.

연구자들은 채광이 가능한 지역에 대해서도 연구하였다. 미국은 아폴로 11호 임무의 경험에 기초하여 고요의 바다(Sea of Tranquility)를 초기 조사 작업의 주요 목표로 결정했는데, 이곳 표면 아래에 헬륨-3가 수 톤 매장되어 있을 가능성이 있다고 보았기 때문이다. 그 밖의 목표지에는 아폴로 17호 임무에서 표본을 채취한 맑음의 바다(Mare Serenitatis) 인근 지역이 포함되어 있다.



연구자들은 달에 있는 흙의 상층부를 퍼서 로봇 장치에 싣는 태양열 로봇 장치를 설계하였다. 이 흙을 가열해 달의 다른 물질들로부터 헬륨-3를 분리하게 된다. 사용한 물질은 움직이는 로봇 마이너 뒤로 떨어뜨린다. 달의 중력은 지구 중력의 1/6이므로 물질을 들어 올리는 데 상대적으로 적은 에너지가 필요하다. 이러한 과정을 통해 인간이 우주에 머무는 데 필수적인 질소, 메탄, 헬륨, 물, 탄소-산소 복합물, 수소와 같은 다른 물질도 생산할 수 있을 것이다.



새로운 달을 학생들이 직접 만들고 가상체험을 통하여 새로운 달을 관찰하는 탐구활동을 한다. 여러 감각을 이용해서 달을 관찰하고 자료를 수집하며, 우주선 임무 가상체험을 경험하게 된다.



## 학습 목표

가상체험을 통하여 달의 지형을 발견하는 방법에 대해 탐구할 수 있다.



## 해당 학년

중학교 1~2학년



## 소요 시간

90분



## 이것이 필요해요

활동지, 달 재료(플라스틱 공, 스티로폼 공, 둥근 과일), 고무찰흙, 식초나 향수, 작은 스티커나 구슬, 이쑤시개, 수건, 압정, 망원경 재료(휴지 심, 셀로판지, 고무밴드, 테이프, 관찰거리 표시할 테이프)



## 이렇게 준비해요

- ① 새로운 달을 관찰하고 기록할 활동지를 학생들에게 나눠준다.
- ② 새로운 달을 탐험하기 위한 임무를 학생들에게 설명한다.



## 핵심 단어

- 궤도선 : 위성 궤도에 도달하는 우주선
- 착륙선 : 위성 궤도에서 행성 표면까지 왕복시키는 우주선





## 활동 순서

### ❖ 달 만들기

1. 4인 1조로 미션을 수행할 조를 만든다.
2. 여러 감각을 통해 관찰할 수 있는 플라스틱 공 또는 과일과 같은 물체를 하나 선택한다.
3. 각 조는 스티커와 향료 등으로 물체를 꾸며 관찰하기 흥미롭도록 만든다. 이들 재료 중 일부는 언뜻 보거나 멀리서 봤을 때 잘 알아보기 힘들도록 주의해서 붙인다. 다음과 같이 지형을 표현하도록 한다.
  - ① 수로나 크레이터를 조각한다.
  - ② 고무찰흙을 붙여서 산을 만든다.
  - ③ 작은 스티커를 붙이거나 다른 물건을 달 속에 끼운다.
  - ④ 작은 영역에 향료를 조금씩 뿌린다.
  - ⑤ 각 조는 활동지에 새롭게 만든 달을 묘사한다.
  - ⑥ 완성된 물체(달)를 교실 뒤의 책상이나 테이블에 올려 놓는다.
  - ⑦ 완성된 물체들을 수건으로 덮는다.
  - ⑧ 각 조는 다른 조가 만든 물체를 관찰한다.
  - ⑨ 학생들에게 미지의 새로운 달을 탐험하기 위한 임무를 간략히 설명한다.
4. 종이의 짧은 면을 튜브처럼 말아서 망원경을 만든다. 화장지 심을 사용해도 된다. 달을 관찰할 때에는 이 망원경을 사용해야 하며 미각을 제외한 모든 감각을 사용하도록 한다.

### ❖ 발사 전 탐사

1. 지구에서 달을 관찰하는 모습을 가상체험을 한다. 학생들을 조별로 교실 각 끝에 세우고, 이 영역을 우주 관제소라고 생각한다.
2. 지구의 대기를 표현하기 위해 파란 셀로판지를 망원경 끝에 테이프나 고무 밴드로 고정한다. 그러면 지구의 대기를 통해 물체를 볼 때 발생하는 변화를 가상 체험 하는데 도움이 된다.
3. 수건을 치우고 각 조에서는 1분간 망원경을 통해 달을 관찰한다.
4. 수건을 다시 덮고 각 조에서는 달에서 관찰한 내용을 활동지에 토의, 기록한다. 관찰 내용을 기록할 때 대부분은 색, 모양, 재질, 위치를 나타내 시각적으로 기록한다.
5. 각 조는 미래의 달 탐사 임무 시 연구해야 할 문제들을 기록한다.

### ❖ 임무 1 : 근접 통과 (예: 루나, 파이오니어, 레인저, 존드(1959~1966), 히텐(1990))

1. 달의 한쪽은 수건에 덮어 놓은 채로 놓아두고, 각 조가 차례로 달의 다른 쪽 옆을 빠르게 걸어서 지나간다. 달과의 거리를 1.5m로 유지한다.

2. 그런 다음 각 조는 등을 달 쪽으로 향하게 한 채 교실 한쪽(우주 관제소)에 다시 모이고, 그 사이 다른 조가 근접 통과를 수행한다.
3. 근접 통과가 모두 끝나면 수건을 달 위에 다시 덮는다.
4. 각 조는 자신이 관찰한 내용을 기록하고 궤도 임무 시 무엇을 찾아야 할지 토의한다.

### ❖ 임무 2 : 궤도선

(예: 루나 우주선, 루나 오비터 우주선(1966~1974), 아폴로 8호(1968), 히텐(1990), 클레멘타인(1994), 루나 프로스펙터(1998), 스마트 1호(2003))

1. 각 조는 61cm의 거리를 두고 달 주위의 궤도를 원을 그리며 돈다.  
달의 특징을 관찰하고 우주 관제소로 돌아와 관찰 결과를 기록한다.
2. 각 조는 달 표면 위에 착륙하기 위한 계획을 짠다. 착륙 지점과 조사할 지형을 계획에 포함한다.

### ❖ 임무 3 : 착륙선

(예: 서베이어 우주선(1966~1968), 아폴로 11, 12, 14, 15, 16, 17호(1969~1972))

1. 각 조는 자신의 착륙 지점을 압정으로 표시한다  
(핀을 사용할 경우 달이 터진다면 보호 테이프로 표시한다.),
2. 조원들은 돌아가면서 망원경으로 착륙 지점을 관찰한다. 각 조원들은 망원경 내부와 위에 위치한 압정으로 망원경을 조정하여 시야를 일정하게 유지한다.
3. 그 시야 내에서 학생들은 임무 계획을 시행한다.
4. 5분 후, 각 조는 우주 관제소로 돌아와 관찰 내용을 토의하고 기록한다.

### ❖ 발표하기

1. 모든 학생들은 활동지를 완성한다.
2. 각 조별 발표를 통해 자신의 데이터를 공유한다.



## 지도상 유의점

여러 감각기관을 활용하여 새롭게 만든 달을 관찰하는 능력을 기를 수 있도록 지도한다. 이 활동은 조원끼리 서로 협동하는 태도가 중요하다. 가상체험을 통하여 우주선의 임무수행 시뮬레이션을 경험해 보도록 한다. 활동을 하면서 관찰 결과를 바로 활동지에 적으면서 하도록 지도한다.



# 새로운 달

학년 반 이름

## 도전과제

가상체험을 통하여 달의 지형을 발견하는 방법에 대해 탐구해봅시다.



직접 새로운 달을 만들어 볼까요? 다른 조가 만든 달을 여러 감각을 이용해서 관찰하고 자료를 수집해 봅시다. 우주선이 되어 가상체험을 경험해 봅시다.



## 이것이 필요해요

활동지, 달 재료(플라스틱 공, 스티로폼 공, 둥근 과일), 고무찰흙, 식초나 향수, 작은 스티커나 구슬, 이쑤시개, 수건, 압정, 망원경 재료(휴지 심, 셀로판지, 고무밴드, 테이프, 관찰거리 표시할 테이프)



## 핵심 단어

- 궤도선 :  에 도달하는 우주선
- 착륙선 : 위성 궤도에서 행성  까지 왕복시키는 우주선



## 활동 순서

### ❖ 달 만들기

1. 4인 1조로 미션을 수행할 조를 만듭니다.
2. 여러 감각을 통해 관찰할 수 있는 플라스틱 공 또는 과일과 같은 물체를 하나 선택합니다.
3. 각 조는 스티커와 향료 등으로 물체를 꾸며 관찰하기 흥미롭도록 만듭니다. 이들 재료 중 일부는 언뜻 보거나 멀리서 봤을 때 잘 알아보기 힘들도록 주의해서 붙입니다. 다음과 같이 지형을 표현하도록 합니다.
  - ① 수로나 크레이터를 조각합니다.
  - ② 고무찰흙을 붙여서 산을 만듭니다.
  - ③ 작은 스티커를 붙이거나 다른 물건을 달 속에 끼웁니다.
  - ④ 작은 영역에 향료를 조금씩 뿌립니다.
  - ⑤ 각 조는 활동지에 새롭게 만든 달을 묘사합니다.

- ⑥ 완성된 물체(달)를 교실 뒤의 책상이나 테이블에 올려 놓습니다.
  - ⑦ 완성된 물체들을 수건으로 덮습니다.
  - ⑧ 각 조는 다른 조가 만든 물체를 관찰합니다.
  - ⑨ 미지의 새로운 달을 탐험하기 위한 임무를 듣습니다.
4. 종이의 짧은 면을 튜브처럼 말아서 망원경을 만듭니다. 화장지 심을 사용해도 됩니다. 달을 관찰할 때에는 이 망원경을 사용해야 하며 미각을 제외한 모든 감각을 사용하도록 합니다.

**❖ 발사 전 탐사**

- 1. 지구에서 달을 관찰하는 모습을 가상체험을 한다. 조별로 교실 각 끝에 세우고, 이 영역을 우주 관제소라고 생각합니다.
- 2. 지구의 대기를 표현하기 위해 파란 셀로판지를 망원경 끝에 테이프나 고무 밴드로 고정합니다. 그러면 지구의 대기를 통해 물체를 볼 때 발생하는 변화를 가상 체험 하는데 도움이 됩니다.
- 3. 수건을 치우고 각 조에서는 1분간 망원경을 통해 달을 관찰합니다.
- 4. 수건을 다시 덮고 각 조에서는 달에서 관찰한 내용을 활동지에 토의, 기록합니다. 관찰 내용을 기록할 때 대부분은 색, 모양, 재질, 위치를 나타내 시각적으로 기록합니다.
- 5. 각 조는 미래의 달 탐사 임무 시 연구해야 할 문제들을 기록합니다.

**❖ 임무 1 : 근접 통과** (예: 루나, 파이오니어, 레인저, 존드(1959~1966), 히텐(1990))

- 1. 달의 한쪽은 수건에 덮어 놓은 채로 놓아두고, 각 조가 차례로 달의 다른 쪽 옆을 빠르게 걸어서 지나갑니다. 달과의 거리를 1.5m로 유지합니다.
- 2. 그런 다음 각 조는 등을 달 쪽으로 향하게 한 채 교실 한쪽(우주 관제소)에 다시 모이고, 그 사이 다른 조가 근접 통과를 수행합니다.
- 3. 근접 통과가 모두 끝나면 수건을 달 위에 다시 덮습니다.
- 4. 각 조는 자신이 관찰한 내용을 기록하고 궤도 임무 시 무엇을 찾아야 할지 토의합니다.

**❖ 임무 2 : 궤도선**

(예: 루나 우주선, 루나 오비터 우주선(1966~1974), 아폴로 8호(1968), 히텐(1990), 클레멘타인(1994), 루나 프로스펙터(1998), 스마트 1호(2003))

- 1. 각 조는 61cm의 거리를 두고 달 주위의 궤도를 원을 그리며 돕니다. 달의 특징을 관찰하고 우주 관제소로 돌아와 관찰 결과를 기록합니다.
- 2. 각 조는 달 표면 위에 착륙하기 위한 계획을 세웁니다. 착륙 지점과 조사할 지형을 계획에 포함합니다.



### ❖ 임무 3 : 착륙선

(예: 서베이어 우주선(1966~1968), 아폴로 11, 12, 14, 15, 16, 17호(1969~1972))

1. 각 조는 자신의 착륙 지점을 압정으로 표시합니다(핀을 사용할 경우 달이 터진다면 보호 테이프로 표시합니다),
2. 조원들은 돌아가면서 망원경으로 착륙 지점을 관찰합니다. 각 조원들은 망원경 내부와 위에 위치한 압정으로 망원경을 조정하여 시야를 일정하게 유지합니다.
3. 그 시야 내에서 학생들은 임무 계획을 시행합니다.
4. 5분 후, 각 조는 우주 관제소로 돌아와 관찰 내용을 토의하고 기록합니다.

### ❖ 발표하기

1. 모든 학생들은 활동지를 완성합니다.
2. 각 조별 발표를 통해 자신의 데이터를 공유합니다.



## 활동 결과

① 우리 조가 만든 달을 관찰하고 그 결과를 적어봅시다.

---

② 다른 조가 만든 달을 관찰하고 그 결과를 적어봅시다.

---

③ 망원경에 셀로판지를 붙이고 달을 관찰했을 때 관찰 결과를 적어봅시다.

---

④ 근접 통과를 하면서 관찰했을 때와 발사 전 달을 관찰했을 때의 차이점을 적어봅시다.

---

⑤ 궤도선 체험을 할 때, 근접통과 관찰 결과와 어떤 점이 같고, 어떤 점이 다른가요?

---

⑥ 달 표면 착륙을 하려고 한다. 착륙할 장소를 정하고, 어떤 위험 요인과 장점이 있는지 적어봅시다.

---



## 생각해요

♣ 가상체험을 통한 새로운 달 관찰 활동 후 생각나거나 느낀 점을 적어봅시다.

---

---

---

---

---

---

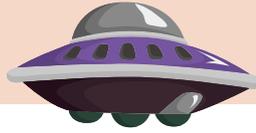
---

---





# 충돌 크레이터



소행성 또는 혜성이 행성 표면에 부딪히면 충돌 크레이터가 형성된다. 크레이터는 모든 지구형 행성과 지구 달, 그리고 대부분의 행성의 위성에서 발견된다. 충돌 크레이터의 모형을 만들어 크레이터 형성 과정에서 발생하는 다양한 구조를 확인한다. 충돌 크레이터의 모양과 크기를 결정하는 조건들을 찾아보는 실험을 한다. 크레이터 형성 과정에서 에너지의 이동을 확인하는 활동을 한다.

## 학습 목표

실험을 통해 크레이터 형성 과정을 관찰하여 충돌 크레이터의 모양과 크기를 결정하는 조건들을 찾을 수 있다.

## 해당 학년

중학교 1~2학년

## 소요 시간

45분

## 이것이 필요해요

- 각 조별로 찰흙 5개, 미터 자, 전자저울, 물  
투사물 ① 같은 크기와 모양을 가진 구슬이나 추 2개  
② 크기는 같지만 다른 재료로 되어 무게가 다른 공 3개 (플라스틱, 고무, 나무 등)

## 이렇게 준비해요

찰흙이 굳지 않도록 물을 묻혀 반죽하여 말랑말랑 한 상태로 책상에 둔다. 5개의 찰흙이 모두 편평한 지표면과 같은 모양을 하도록 한다.

## 핵심 단어

- **충돌 크레이터** : 미행성이나 혜성, 유성체 등이 천체 표면에 충돌하여 만들어진 접시 모양으로 움푹 파인 구덩이다. 충돌 크레이터는 태양계 내의 행성과 위성, 그리고 소행성과 소행성의 작은 위성에 이르기까지 단단한 표면을 가진 거의 모든 천체에서 발견된다.





## 활동 내용

### ❖ 실험 설계하기

1. 달의 크레이터 사진을 관찰한다.
2. 충돌 크레이터 모양과 크기를 결정하는 조건들에 대해 토의한다.  
→ 투사물을 떨어뜨리는 높이, 투사물의 무게 등이다.

### ❖ 실험하기 I

1. 첫 번째 실험에서의 투사물은 같은 크기와 모양을 가진 구슬이나 추 2개이다. 투사물을 관찰하고 투사물의 특징을 활동지에 적는다.
2. 준비해 놓은 편평한 찰흙 위에 투사물의 높이를 달리하여 떨어뜨린다.  
(떨어뜨릴 높이를 조에서 정하여 미터 자로 측정하고, 활동지에 기록한다.)
3. 찰흙에 나타난 모양을 관찰하여 활동지에 기록한다.

### ❖ 실험하기 II

1. 두 번째 실험에서의 투사물은 크기는 같지만 다른 재료로 되어 무게가 다른 공 3개이다. 투사물을 관찰하고 투사물의 특징을 활동지에 적는다.
2. 준비해 놓은 편평한 찰흙 위에 3개의 투사물을 같은 높이에서 떨어뜨린다.
3. 찰흙에 나타난 모양을 관찰하여 활동지에 기록한다.

### ❖ 결과 토의하기

1. 크기와 모양이 같은 투사물을 높이를 달리하여 떨어뜨렸을 때 형성된 크레이터의 모양과 크기를 관찰한다. 투사물의 높이와 크레이터의 모양과 크기와의 관계에 대해 토의한다.
2. 크기는 같지만 다른 재료로 되어 무게가 다른 투사물을 같은 높이에서 떨어뜨렸을 때 형성된 크레이터의 모양과 크기를 관찰한다. 그 결과에 대해 토의한다. 투사물의 무게와 크레이터의 모양과 크기와의 관계에 대해 토의한다.

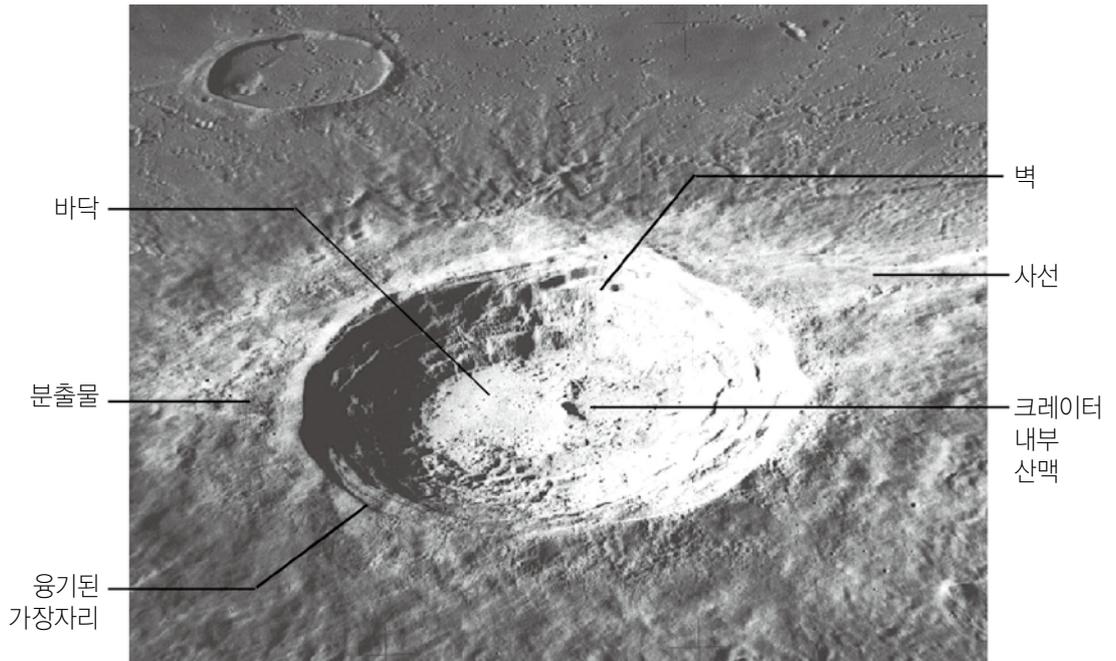


## 지도상 유의점

실험 시작 전에 달의 충돌 크레이터 사진을 관찰할 시간을 제공해준다. 달의 충돌 크레이터 형성 과정에서 모양과 크기를 결정하는 요인이 무엇인지에 대해 충분한 토의를 거친 후 학생들 스스로 실험을 설계해보도록 유도한다.

## 아리스타르코스

아리스타르코스 크레이터는 비의 바다 서부에 위치한 달의 충돌 크레이터로 직경이 42km이다.



용기된 가장자리	충돌할 때 폭발하면서 표면이 파이면서 생긴 크레이터 가장자리에 고리모양으로 쌓인 것
바닥	크레이터에서 다른 부분보다 낮으며 둥그런 모양
크레이터 내부 산맥	충돌할 때 크레이터 중앙에 생긴 산
크레이터 계단 벽	경사가 급하고 거대한 계단이 있다
분출물	충돌할 때 표면에서 파여진 크레이터 주변의 물질. 크레이터에서 멀어질수록 얇아진다.
사선	크레이터에서 시작하여 먼 곳까지 뻗어나간 밝은색 줄무늬



# 충돌 크레이터

학년 반 이름

## 도전과제

실험을 통해 크레이터 형성 과정을 관찰하여  
충돌 크레이터의 모양과 크기를 결정하는  
조건을 찾아봅시다.



소행성 또는 혜성이 행성 표면에 부딪히면 무엇이 형성될까요? 충돌 크레이터는 모든 지구형 행성과 지구 달, 그리고 대부분의 행성의 위성에서 발견됩니다. 충돌 크레이터의 모형을 만들어 크레이터 형성 과정에서 발생하는 다양한 구조를 확인하고, 충돌 크레이터의 모양과 크기를 결정하는 조건들을 찾아보는 실험을 해 봅시다.



## 이것이 필요해요

각 조별로 찰흙 5개, 미터 자, 전자저울, 물

투사물 ① 같은 크기와 모양을 가진 구슬이나 추 2개

② 크기는 같지만 다른 재료로 되어 무게가 다른 공 3개 (플라스틱, 고무, 나무 등)



## 핵심 단어

- 충돌 크레이터 : 미행성이나 혜성, 유성체 등이 천체 표면에 충돌하여 만들어진 접시 모양으로 움푹 파인  이다. 충돌 크레이터는 태양계 내의 행성과 위성, 그리고 소행성과 소행성의 작은 위성에 이르기까지 단단한 표면을 가진 거의 모든 천체에서 발견된다.



## 활동 순서

### ❖ 실험 설계하기

- 달의 크레이터 사진을 관찰합니다.
- 충돌 크레이터 모양과 크기를 결정하는 조건들에 대해 토의합니다.

### ❖ 실험하기 I

- 첫 번째 실험에서의 투사물은 같은 크기와 모양을 가진 구슬이나 추 2개입니다. 투사물을 관찰하고 투사

- 물의 특징을 활동지에 적습니다.
- 준비해 놓은 편평한 찰흙 위에 투사물의 높이를 달리하여 떨어뜨립니다.  
(떨어뜨릴 높이를 조에서 정하여 미터 자로 측정하고, 활동지에 기록합니다.)
  - 찰흙에 나타난 모양을 관찰하여 활동지에 기록합니다.

❖ **실험하기 II**

- 두 번째 실험에서의 투사물은 크기는 같지만 다른 재료로 되어 무게가 다른 공 3개입니다. 투사물을 관찰하고 투사물의 특징을 활동지에 적습니다.
- 준비해 놓은 편평한 찰흙 위에 3개의 투사물을 같은 높이에서 떨어뜨립니다.
- 찰흙에 나타난 모양을 관찰하여 활동지에 기록합니다.

❖ **결과 토의하기**

- 크기와 모양이 같은 투사물을 높이를 달리하여 떨어뜨렸을 때 형성된 크레이터의 모양과 크기를 관찰합니다. 투사물의 높이와 크레이터의 모양과 크기와의 관계에 대해 토의합니다.
- 크기는 같지만 다른 재료로 되어 무게가 다른 투사물을 같은 높이에서 떨어뜨렸을 때 형성된 크레이터의 모양과 크기를 관찰합니다. 그 결과에 대해 토의합니다. 투사물의 무게와 크레이터의 모양과 크기와의 관계에 대해 토의해봅니다.



**활동 결과**

[실험 I]

발사체이름	발사체 특징 (질량, 크기)	높이	크레이터에 관한 스케치 및 설명 (깊이 재이)





♣ 투사물의 높이와 크레이터의 모양과 크기와의 관계는 어떠한가요?

---



---

[실험 II]

발사체이름	발사체 특징 (질량, 크기)	높이	크레이터에 관한 스케치 및 설명 (깊이 차이)

♣ 투사물의 높이와 크레이터의 모양과 크기와의 관계는 어떠한가요?

---



---



### 생각해요

♣ 투사물의 속도가 크레이터 형성 과정에 어떤 영향을 끼쳤나요?

---

---

---

♣ 투사물의 질량이 크레이터 형성 과정에 어떤 영향을 끼쳤나요?

---

---

---



### 【읽을 거리】

#### 달의 크레이터

소행성 또는 혜성이 행성 표면에 부딪히면 충돌 크레이터가 형성된다. 크레이터는 모든 지구형 행성과 지구 달, 그리고 대부분의 행성의 위성에서 발견된다.

아폴로 임무에서 가지고 온 달의 암석이 나타내는 다양한 지질학적 단서와 이에 대한 연구들은 약 39억 년 전 태양계에 소행성 크기의 커다란 물질이 대단히 많았다는 것을 보여준다. 이때는 신생 행성에 격렬한 폭발이 일어나 지구 지표면의 여러 부분이 파괴되어 지구에 영향을 주던 시기이다. 산의 형성, 판 구조, 풍화, 침식으로 인해 지구 초기 크레이터 형성기의 흔적은 상당 부분 사라졌다. 그러나 달에는 풍화 작용이 거의 일어나지 않기 때문에 이러한 고대의 증거가 보존될 수 있었던 것이다.



## 크레이터 형성 과정에 미치는 요인

움직이는 덩어리(유성체)에서 정지되어 있는 물체(행성)로 에너지가 전달되어 충돌 크레이터가 형성된다. 운동 에너지는 움직임의 에너지로, 물체 질량의 절반에 물체 속도의 제곱을 곱한 것으로 정의된다( $K.E. = 0.5Mv^2$ ). 우주 공간에서 물체는 매우 빠르게 이동하기 때문에 이것은 거대한 양의 에너지가 될 것이다.

충돌 시 유성체의 운동 에너지는 암석을 녹이는 열과 암석을 분말로 만들어 구멍을 내는 에너지로 바뀐다. 서로 다른 높이에서 동일한 물체들을 분말 형태의 물질에 충돌시키거나 속도를 높일 수 있는 서로 다른 추진 시스템을 사용한다면, 학생들은 속도가 크레이터 형성 과정에 끼치는 효과를 판단할 수 있다. 이와 마찬가지로, 질량이 서로 다른 투사물이 같은 높이에서 같은 속도로 떨어진다면 질량과 크레이터 형성 과정의 관계를 확인할 수 있을 것이다.

직경이 약 30m인 철 유성체가 높은 속도로 충돌해 폭발할 경우 폭이 1km가 넘는 크레이터가 형성될 수 있다. 애리조나 주 운석 구덩이는 이러한 과정을 거쳐 형성되었다. 교실에서 낮은 속도와 가벼운 질량으로 실험하면 충돌체와 크기가 비슷한 크레이터가 형성될 것이다.





달의 물질을 이용하면 새로운 자원을 생산할 수 있고, 이것을 달에서 생활하는 데 사용하거나 지구에 보내거나 향후 화성이나 그 너머로 우주 여행을 하는 데 사용할 수 있다. 따라서 달 표면 아래에 어떤 유용한 물질이 있는지 이해하는 것이 중요하다. 달 표면 아래에서 물질을 물리적으로 조사하는 간단한 방법 중 하나는 중심부 표본을 만드는 것이다. 초콜릿 바를 이용하여 중심부 표본을 만들어 보는 활동을 한다. 달 중심부 표본을 통해 달의 역사와 형성과정에 대해 알아본다.



## 학습 목표

중심부 표본을 만드는 과정을 알고 중심부 표본을 만들 수 있다.



## 해당 학년

중학교 1~2학년



## 소요 시간

45분



## 이것이 필요해요

작은 크기의 초콜릿 바, 단단한 빨대, 종이 접시, 플라스틱 칼, 물수건



## 이렇게 준비해요

초콜릿 바를 따뜻한 온도에 두어 딱딱하지 않도록 준비한다.



## 핵심 단어

- **표본** : 전체 집단 속에서 그 일부를 뽑아내어 조사한 결과로써 본래 집단의 성질을 추측할 수 있는 것





## 활동 내용

### ❖ 실험하기

1. 학생 한 명당 초콜릿 바를 하나씩 나눠준다. 자신이 가지고 있는 초콜릿 바의 상표를 아무에게도 보여주지 않도록 한다.
2. 초콜릿 바의 겹질을 뜯어 그 표면을 관찰한 내용을 기록하도록 한다.  
초콜릿 바를 달이라고 가정하고 관찰한다.(예: 색깔, 재질, 구성 등)
  - ① 달 표면의 색깔은 무엇인가?  
→ 밀크 초콜릿 색깔인지, 다크 초콜릿 색깔인지, 다른 색깔인지 관찰한 내용을 자세히 묘사하도록 한다.
  - ② 달 표면의 지형은 어떤 특징이 있는가?  
→ 부드러운지, 기복이 있는지, 선이 그어져 있는지, 울퉁불퉁한지, 얼룩덜룩한지에 대해 관찰하여 활동지에 적어 보도록 한다.
  - ③ 달 표면의 특징을 관찰하여 그림으로 그려보도록 한다.
  - ④ 달 표면에서 보이는 특징에 대해 어떤 과학적 추측을 할 수 있는지 가설을 세워본다.  
→ 물에 의한 침식인지, 바람에 의한 침식인지, 운석의 충돌에 의한 것인지 학생 스스로 가설을 세운다.
3. 초콜릿 바에 빨대를 조심스럽게 꽂아 중심부 표본을 채취하도록 한다. 플라스틱 칼로 중심부 표본을 잘라 칼의 뒤쪽 끝을 사용해 눌러 펴도 된다. 층의 개수와 두께, 층의 색깔과 재질을 관찰하여 기록하게 한다.  
층들은 무엇으로 만들어졌는가? 반복되는 층들이 있는가?
4. 단면을 통해 층들을 더 잘 볼 수 있도록 칼로 초콜릿 바를 반으로 자른다. 달 중심부 표본의 층을 그려본다. 어떤 층이 먼저 만들어졌고 그 이유는 무엇인지 토의한다.  
→ 초콜릿 덩게가 가장 나중에 침전된 영역, 즉 표면이 될 것이다. 층의 순서는 빨대가 아래로 향하면서 점점 더 오래된 층이 나올 것이다. 지진으로 인한 단층이나 마그마의 관입과 같은 특수한 사건이 없는 한, 아래 쪽에 있는 층이 먼저 만들어졌을 것이다.
5. 다른 빨대로 두 번째 중심부 표본을 만들라고 한다. 그런 다음 옆 학생과 중심부 표본을 교환하여 관찰한다. 나의 표본과 친구의 표본에서 비슷한 점과 다른 점이 무엇인지 토의해 본다.  
→ 최상층의 두께, 색깔, 재질, 냄새, 층의 개수, 층의 크기, 부드러움, 딱딱함 등을 비교한다.
6. 마지막으로 활동이 끝나면 학생들은 표본(초콜릿 바)을 먹는다.

### ❖ 결과 토의하기

1. 달 연구에 달 중심부 표본이 중요할까? 그 이유는 무엇인지에 대해 토의한다.  
→ 달의 연구에서 중심부 표본은 매우 중요하다. 관찰 대상의 대부분은 표면의 특징을 알아보는데 있었다. 달의 표면이 형성된 과정을 더 잘 이해하기 위해서는 표면 바로 아래를 보는 것이 매우 중요하다.

2. 달 중심부 표본을 연구하기 위한 최적의 장소는 지구일까, 달일까? 왜 그런지에 대해 토의해본다.

→ 달과 비교해 볼 때 지구에서 더 우수하고 민감한 장비를 사용할 수 있다. 우주선의 장비는 비용, 민감도라는 요인 때문에 다소 제약을 받게 된다. 반면에 표본을 달에서 연구하면 과학자들은 중심부 표본의 실제 위치와 주변 환경을 관찰할 수 있다. 이 표본이 나머지 지형에서도 일반적으로 발견되는지, 아니면 특이하게 발견된 경우인지에 대해 살펴볼 수 있다. 현장 조사는 달에서 더 효과적으로 이루어질 수 있다.

3. 서로 다른 두 표본을 모두 달에서 채취한 것이라면 어떻게 설명할 수 있을까에 대해 토의한다.

→ 중심부 표본들이 달의 서로 다른 장소에서 채취되었을 것으로 예상할 수 있다. 표본 하나를 보고 행성 전체가 반드시 그 표본과 같다고 해석할 수 없다. 장님 여럿이 각각 코끼리의 다른 부분을 만지고 나서 코끼리의 전체 모습을 안다고 생각하는 것과 같은 이치이다.



### 지도상 유의점

이 차시는 초콜릿 바를 달이라고 가정하고 직접 달 중심부 표본을 채취하고 분석하는 과정을 경험해보는 활동으로 이루어져 있다. 초콜릿 바를 실험 후 먹게 되므로 위생상 손을 깨끗이 씻고 활동에 참여할 수 있도록 지도한다. 초콜릿 바를 가지고 장난치지 않도록 지도하며 빨대는 단단한 것으로 준비해야 초콜릿 바의 중심부를 뚫고 표본을 채취할 수 있다. 칼은 안전상 플라스틱 칼을 이용하도록 한다.





# 달 중심부 표본

학년 반 이름

## 도전과제

중심부 표본을 만드는 과정을 알고  
중심부 표본을 만들어봅시다.



달 표면 아래에 어떤 유용한 물질이 있을까요? 중심부 표본을 만드는 것이 물리적으로 조사하는 간단한 방법 중 하나입니다. 초콜릿 바를 달이라고 가정하고 달의 중심부 표본을 만들어 봅시다.



### 학습 목표

중심부 표본을 만드는 과정을 알고 중심부 표본을 만들 수 있다.



### 이것이 필요해요

작은 크기의 초콜릿 바, 단단한 빨대, 종이 접시, 플라스틱 칼, 물수건



### 이렇게 준비해요

초콜릿 바를 따뜻한 온도에 두어 딱딱하지 않도록 준비합니다.



### 핵심 단어

- : 전체 집단 속에서 그 일부를 뽑아내어 조사한 결과로써 본래 집단의 성질을 추측할 수 있는 것



## 활동 순서

### ❖ 실험하기

1. 초콜릿 바를 하나씩 받고 종이 접시 위에 둡니다. 자신이 가지고 있는 초콜릿 바의 상표를 아무에게도 보여 주지 않도록 합니다.
2. 초콜릿 바의 껍질을 뜯어 그 표면을 관찰한 내용을 기록합니다.  
초콜릿 바를 달이라고 가정하고 관찰합니다.(예: 색깔, 재질, 구성 등)
  - ① 달 표면의 색깔은 무엇입니까?
  - ② 달 표면의 지형은 어떤 특징이 있습니까?
  - ③ 달 표면의 특징을 관찰하여 그림으로 그려보도록 합니다.
  - ④ 달 표면에서 보이는 특징에 대해 어떤 과학적 추측을 할 수 있는지 가설을 세워봅니다.
3. 초콜릿 바에 빨대를 조심스럽게 꽂아 중심부 표본을 채취합니다. 플라스틱 칼로 중심부 표본을 잘라 칼의 뒤쪽 끝을 사용해 눌러 펴도 됩니다. 층의 개수와 두께, 층의 색깔과 재질을 관찰하여 기록하게 합니다.  
층들은 무엇으로 만들어졌습니까? 반복되는 층들이 있습니까?
4. 단면을 통해 층들을 더 잘 볼 수 있도록 칼로 초콜릿 바를 반으로 자릅니다. 달 중심부 표본의 층을 그려 봅니다. 어떤 층이 먼저 만들어졌고 그 이유는 무엇인지 토의합니다.
5. 다른 빨대로 두 번째 중심부 표본을 만들라고 합니다. 그런 다음 옆 학생과 중심부 표본을 교환하여 관찰 합니다. 나의 표본과 친구의 표본에서 비슷한 점과 다른 점이 무엇인지 토의해 봅니다.
6. 마지막으로 활동이 끝나면 학생들은 표본(초콜릿 바)을 먹습니다.

### ❖ 결과 토의하기

1. 달 연구에 달 중심부 표본이 중요할까요? 그 이유는 무엇인지에 대해 토의합니다.
2. 달 중심부 표본을 연구하기 위한 최적의 장소는 지구일까, 달일까? 왜 그런지에 대해 토의해봅니다.
3. 서로 다른 두 표본을 모두 달에서 채취한 것이라면 어떻게 설명할 수 있을까에 대해 토의합니다.



## 활동 결과

1. 달 표본의 색깔과 지형에 대해 관찰한 것을 적어봅시다.
- 
- 





2. 달 표면에서 확인되는 표면 지형의 모습을 그려 봅시다.

3. 달 표본에서 관찰할 수 있는 표면의 특징에 대해 어떤 가설을 세웠나요?

---

---

4. 달 중심부 표본은 몇 개의 층으로 되어 있나요?

---

5. 달 중심부 표본의 층을 그려 봅시다.

6. 중심부 표본 두 개를 비교한 후 첫 번째 달의 중심부 표본과 비슷한 점이나 다른 점을 적어봅시다.

---

---

---



## 생각해요

♣ 달 중심부 표본을 연구하기 위한 최적의 장소는 지구일까, 달일까? 왜 그런지 자신의 생각을 적어봅시다.

---

---

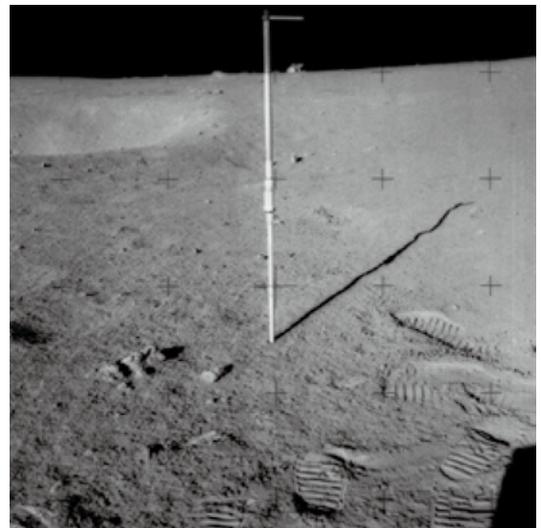
---



## 【읽을 거리】

### 달 중심부 표본

달의 물질을 이용하면 새로운 자원을 생산할 수 있고, 이 자원을 달에서 생활하는 데 사용하거나 지구에 보내거나 향후 화성이나 그 너머로 우주 여행을 하는데 사용할 수 있다. 따라서 달 표면 아래에 어떤 유용한 물질이 있는지 찾는 것이 중요하다. 달 표면 아래에서 물질을 물리적으로 찾는 간단한 방법은 중심부 표본을 만드는 것이다. 중심부 표본은 달에서 우주 비행사가 드릴 비트로 작업해 만들 수 있다. 중심부 표본을 만드는 또 다른 방법은 채굴 차량에 장착된 달 로봇 팔을 이용해 달 표면을 약 0.5m 뚫는 것이다. 세 번째 방법은 루나 장거리 로버를 이용하여 지구로 가지고 돌아갈 달 표면 물질 표본으로 선정한 암석의 중심부 표본을 뚫는 것이다.





# | 암석 연마 도구

행성 지질학자들은 인간이 한 번도 가본 적 없고 8,050만 km나 떨어져 있는 행성의 암석을 어떻게 연구할까? NASA는 로봇 로버를 사용해 달과 달 표면에 대한 연구를 수행한다. 로버에는 망치로 암석을 깨뜨려서 열지 않고 암석 연마 도구(RAT)라고 하는 도구를 사용해 암석 외층을 제거할 수 있다. 본 차시에서는 암석 연마 도구의 필요성을 알고 암석 연마 도구를 만들어 보는 활동을 한다.



## 학습 목표

암석 연마 도구의 필요성을 알고 암석 연마 도구를 만들 수 있다.



## 해당 학년

중학교 1~2학년



## 소요 시간

45분



## 이것이 필요해요

여러 가지 맛이 나는 과일 파이 형태의 쿠키 1개, 계피가루와 설탕가루 1컵, 프레첼(길고 꼬불꼬불한 하트 모양의 밀가루 반죽에 소금을 뿌려 구워낸 빵과자)스틱 1개, 종이 베이킹 컵 1개, 막대 1개, 자, 연필



## 이렇게 준비해요

1. 쿠키를 준비할 때에는 여러 가지 맛이 나는 과일 파이를 준비한다.
2. 종이 베이킹 컵 안의 바닥에 계피와 설탕 혼합물을 뿌린다.
3. 혼합물을 뿌린 종이 베이킹 컵 안에 각각 과일 파이 형태의 쿠키를 놓는다.
4. 과일 파이 윗부분이 완전히 덮이도록 계피 가루와 설탕을 뿌린다.



## 핵심 단어

- **RAT** : 로버에 장착한 장비로 암석을 조사할 수 있도록 암석 외부 층을 제거해 밑에 있는 층을 노출시킬 수 있는 특수 고속 드릴이다.
- **로버** : 월면차라고도 하며, 달 표면의 탐험에 사용되는 자동차이다.



## 활동 내용

### ❖ 실험하기

1. 2인 1조가 되어 실험에 참여한다.
2. 실험 준비물을 다음과 같이 약속하여 가정한다.
  - ① 과일 파이 형태의 쿠키는 달 표면에서 채취한 암석을 나타낸다.
  - ② 계피 가루와 설탕은 암석을 덮은 달 표면의 먼지를 나타낸다.
  - ③ 프레첼은 암석 연마 도구(RAT)를 나타낸다.
3. 각 조에 계피 가루와 설탕으로 덮인 과일 파이 형태의 쿠키와 프레첼을 나눠준다.
4. 과일파이 쿠키가 달의 암석이라고 가정하고 학생들은 그 암석을 관찰하여 암석의 색깔, 재질, 크기, 표면의 특징 등 관찰 내용을 활동지에 기록한다.
5. 표본 크기를 측정할 때 학생들은 막대와 연필을 사용해 암석 표본의 치수(예: 길이, 폭, 높이)를 표시한다. 그런 다음 표시된 막대를 자로 측정해 활동지에 기록하도록 한다.
6. 학생들은 RAT를 암석 표면 위에 가만히 놓는다. 프레첼을 RAT이라고 가정한다. 학생들에게 RAT를 쿠키 표면 위에서 아주 약간 누르면서 몇 번 돌리라고 한다. 계피 혼합물이 점점 부서지면서 과일 파이 쿠키 부분의 표면이 드러날 것이다.
7. 학생들은 새로 드러난 영역을 관찰하고 관찰 내용을 기록한다. 원래의 표면과 어떻게 다른지 토의한다.
8. 뚫은 영역의 모서리를 따라 달의 먼지(계피와 설탕의 혼합물)가 암석 표면 일부(쿠키 부서리기)와 함께 쌓여 있는 모습을 확인한다. RAT 구멍의 먼지가 깨끗하게 뚫린 암석 표본을 오염시키지 않도록 하는 방법을 생각해 보게 한다.
9. 프레첼에 힘을 약간 더 주고 몇 번 더 회전시켜서 표본을 약간 더 깊이 뚫으라고 한다.(실제 RAT는 암석을 약 5mm 깊이와 약 2cm의 직경으로만 뚫는다.) 프레첼을 제거한다. 과일 파이의 파이 속(암석의 내부)을 관찰한다. 이것은 때문지 않은 깨끗한 원형 그대로의 암석 표본을 나타낸다. 학생들은 이 물질을 관찰하고 활동지에 관찰 내용을 기록한다.
10. 학생들은 다시 막대를 사용해 "RAT 구멍"의 깊이와 직경을 측정하여 기록한다.

### ❖ 결과 토의하기

학생들은 쿠키가 어떤 종류의 암석(화성암, 변성암, 퇴적암)인지 생각해 보고 왜 그렇게 생각하는지 이야기해 본다.

→ 다음과 같이 세 가지 형태의 암석으로 정의할 수도 있고, 학생들 스스로 정의해도 좋다.

- ① 화성암은 행성체 내부에서 분출된 용해된 물질이 식어서 암석으로 굳어진 것이다.
- ② 변성암은 온도나 압력에 따라 변화된 암석이다.
- ③ 퇴적암은 원래의 암석이 파괴된 후 침식되고 쌓여 새로운 암석으로 굳어진 것이다.



### 지도상 유의점

이 차시는 쿠키를 달의 암석이라고 가정하고 직접 달 암석에 대해 연구하고 분석하는 과정을 경험해보는 활동으로 이루어져 있다. 쿠키를 준비할 때에는 여러 가지 맛이 나는 과일 파이를 준비하도록 하며 쿠키가 마르면 뚫기 어렵기 때문에 쿠키가 마르지 않도록 유의한다. 쿠키가 달의 암석이고, 쿠키 위에 뿌려진 계피와 설탕가루가 달의 먼지인 것을 학생들이 확실히 인지하고 실험에 참여하도록 한다. 실험 후에 쿠키를 먹게 되므로 위생상 손을 깨끗이 씻고 활동에 참여할 수 있도록 지도한다. 프레첼을 가지고 장난치지 않도록 지도한다.





# 암석 연마 도구

학년 반 이름

## 도전과제

암석 연마 도구의 필요성을 알고  
암석 연마 도구를 만들어 봅시다.



행성 지질학자들은 인간이 한 번도 가본 적 없고 8,050만 km나 떨어져 있는 행성의 암석을 어떻게 연구할까? NASA는 로봇 로버를 사용해 달과 달 표면에 대한 연구를 수행합니다. 로버에는 망치로 암석을 깨뜨려서 열지 않고 암석 연마 도구(RAT)라고 하는 도구를 사용해 암석 외층을 제거할 수 있습니다. 본 차시에서는 암석 연마 도구의 필요성을 알고 암석 연마 도구를 만들어 봅시다.



### 학습 목표

암석 연마 도구의 필요성을 알고 암석 연마 도구를 만들 수 있다.



### 이것이 필요해요

여러 가지 맛이 나는 과일 파이 형태의 쿠키 1개, 계피가루와 설탕가루 1컵, 프레첼(길고 꼬불꼬불한 하트 모양의 밀가루 반죽에 소금을 뿌려 구워낸 빵과자) 스틱 1개, 종이 베이킹 컵 1개, 막대 1개, 자, 연필



### 핵심 단어

- RAT : 로버에 장착한 장비로  을 조사할 수 있도록 암석 외부 층을 제거해 밑에 있는 층을 노출시킬 수 있는 특수 고속 드릴이다.
- : 월면차라고도 하며, 달 표면의 탐험에 사용되는 자동차이다.



## 활동 순서

### ❖ 실험하기

1. 2인 1조가 되어 실험에 참여합니다.
2. 실험 준비물을 다음과 같이 약속하여 가정합니다.
  - ① 과일 파이 형태의 쿠키는 달 표면에서 채취한 암석을 나타냅니다.
  - ② 계피 가루와 설탕은 암석을 덮은 달 표면의 먼지를 나타냅니다.
  - ③ 프레첼은 암석 연마 도구(RAT)를 나타냅니다.
3. 각 조마다 프레첼을 준비합니다. 이것이 각자의 RAT입니다.
4. 과일파이 쿠키가 달의 암석이라고 가정하고 학생들은 그 암석을 관찰하여 암석의 색깔, 재질, 크기, 표면의 특징 등 관찰 내용을 활동지에 기록합니다.
5. 표본 크기를 측정할 때 학생들은 막대와 연필을 사용해 암석 표본의 치수(예: 길이, 폭, 높이)를 표시합니다. 그런 다음 표시된 막대를 자로 측정해 활동지에 기록합니다.
6. 학생들은 RAT를 암석 표면 위에 가만히 놓습니다. 프레첼을 RAT이라고 가정합니다. 학생들에게 RAT를 쿠키 표면 위에서 아주 약간 누르면서 몇 번 돌립니다.
7. 새로 드러난 영역을 관찰하고 관찰 내용을 기록합니다. 원래의 표면과 어떻게 다른지 토의합니다.
8. 뚫은 영역의 모서리를 따라 달의 먼지(계피와 설탕의 혼합물)가 암석 표면 일부(쿠키 부스러기)와 함께 쌓여 있는 모습을 관찰한다. RAT 구멍의 먼지가 깨끗하게 뚫린 암석 표본을 오염시키지 않도록 하는 방법을 생각해 보게 한다.
9. 프레첼에 힘을 약간 더 주고 몇 번 더 회전시켜서 표본을 약간 더 깊이 뚫습니다.(실제 RAT는 암석을 약 5mm 깊이와 약 2cm의 직경으로만 뚫습니다.) 프레첼을 제거합니다. 과일 파이의 파이 속(암석의 내부)을 관찰합니다. 이것은 때문지 않은 깨끗한 원형 그대로의 암석표본을 나타냅니다. 학생들은 이 물질을 관찰하고 활동지에 관찰 내용을 기록합니다.
10. 학생들은 다시 막대를 사용해 "RAT 구멍"의 깊이와 직경을 측정하여 기록합니다.

### ❖ 결과 토의하기

학생들은 쿠키가 어떤 종류의 암석(화성암, 변성암, 퇴적암)인지 생각해 보고 왜 그렇게 생각하는지 이야기해 봅니다.



## 활동 결과

1. 암석 표본의 색깔, 재질, 크기, 표면의 특징을 관찰하고 그 결과를 적어봅시다.

---



---



---

2. 암석 표본의 길이, 폭, 높이를 측정하여 측정값을 적어봅시다.

길이 (cm)	폭 (cm)	높이 (cm)

3. 원래 암석의 표면과 새롭게 노출된 표면이 어떻게 다른가요?

---



---

4. 다시 RAT를 회전시켜 암석 표면으로 더 깊이 파고 들어가도록 압력을 가할 때, 새로 구멍을 뚫은 표면의 관찰 결과를 적어봅시다.

---

5. 막대를 사용해 'RAT 구멍(cm)'의 깊이와 직경을 측정하여 기록해 봅시다.

RAT 구멍의 깊이 (cm)	RAT 구멍의 직경 (cm)



## 생각해요

- ♣ 학생들은 쿠키가 어떤 종류의 암석(화성암, 변성암, 퇴적암)이라고 생각하나요? 왜 그렇게 생각하는지 자신의 생각을 적어봅시다.

---

---

---



## 【읽을 거리】

### 달에서의 암석 연구

행성 지질학자들은 인간이 한 번도 가본 적 없고 8,050만 km나 떨어져 있는 행성의 암석을 어떻게 연구할까? NASA는 로봇 로버를 사용해 달과 달 표면에 대한 연구를 수행한다.

먼저, 달에서 발견된 암석은 대개 먼지에 덮여 있다. 로봇 로버로 암석 표면을 연구하는 경우, 과학자들은 실제로 암석 자체가 아니라 먼지를 연구하게 될 것이다. 둘째, 먼지 아래라고 해도 암석 표면은 운석과 방사선의 영향을 받아 노출로 인해 변했을 수도 있다.

오염되지 않은 깨끗한 암석 표본을 관찰하기 위해서 지질학자들은 암석을 깨뜨려 관찰해야 할 것이다. 로버에는 망치로 암석을 깨뜨려서 열지 않고 암석 연마 도구(RAT)라고 하는 도구를 사용해 암석 외층을 제거할 수 있다. RAT는 로버에 장착한 장비로 암석을 조사할 수 있도록 외부 층을 제거해 밑에 있는 층을 노출시킬 수 있는 특수 고속 드릴이다. RAT을 통해 달로 실제 현장의 지질학자를 보내는 것과 유사한 결과를 얻을 수 있다.





## 1 단원 소개

본 단원은 지금까지 배운 달 탐사 준비활동과 달 탐사 도전활동을 통해 얻은 지식과 개념을 바탕으로 개념 및 설계활동을 통해 Lunar Nautics 임무의 핵심 능력을 강화한다. 도전 과제가 주어지고 설계 및 엔지니어링을 통해 이를 수행하는 활동으로 이루어진다.

## 2 주제 안내

순	주 제	대상학년	소요시간
1	달착륙 : 흔들리는 접시	1학년	45분
2	우주복	1학년	45분
1	물건 들어올리기	1 ~ 2학년	45분
2	정확히 겨냥하기	1 ~ 3학년	45분
2	열 느끼기	1 ~ 3학년	90분

## 3 지도상 유의점

설계 및 엔지니어링 과정의 협동학습방법이 개념과 기술을 배우는 데 도움이 될 수 있다고 한다. 공식 엔지니어링 직위를 사용하면 경험의 효과를 증진시킬 것이다. 학생 3~4명으로 팀을 구성하는 것이 가장 좋으며, 학생 3명이 한 팀이 될 경우, 한 학생이 시설 엔지니어와 개발 엔지니어의 역할을 동시에 하도록 한다.

학생들은 팀 내에서 맡은 역할을 제대로 수행하기 위해서 시간과 연습이 필요하다. 학생들에게 팀 역할을 소개하는 활동을 하는 것이 팀의 성공을 위해 좋은 방법이 된다. 또한 학생들은 팀원 모두의 역할을 알고 이해하고 있어야 한다.

### 1. 프로젝트 엔지니어(PE)

팀의 작업을 점검하고, 교육자에게 질문을 하며, 팀의 토의를 이끈다.

### 2. 개발 엔지니어(DE)

설계가 완성되도록 책임지며, 만들기 과정을 이끈다. 재료 목록을 만들고 만들기가 끝난 후 설계를 승인한다.

### 3. 시설 엔지니어(FE)

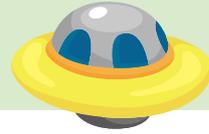
재료와 장비를 수집하고, 청소를 지휘하며, 재료와 장비를 반환하는 역할을 한다. 또한 필요한 것만 사용하도록 점검한다.

4. 시험 엔지니어(TE)

모든 정보를 기록하고 서면 보고서가 완성되도록 점검한다. 모든 종류의 팀 양식을 작성하고 나머지 팀원들에게 팀 보고를 한다.



# 달 착륙 : 흔들리는 접시



위성은 궤도를 빙빙 돈다. 이렇게 붙잡아 두는 힘이 무엇일까? 왜 우주 비행사들이 우주에 떠다니는 것처럼 보일까? 본 차시에서는 실험을 통해 중력이 작용하는 형태에 대해 살펴보고 구심력의 형태로 작용하여 위성을 궤도 내에 유지시키고 달의 경로를 통제한다는 것을 배운다.



## 학습 목표

실험을 통해 중력이 작용하는 형태에 대해 살펴보고, 행성과 위성 사이의 관계를 설명할 수 있다.



## 해당 학년

중학교 1학년



## 소요 시간

45분



## 이것이 필요해요

은박지 접시, 끈, 청테이프, 플라스틱 컵, 물, 색소, 보안경, 안전모



## 이렇게 준비해요

1. 준비물을 모두 모은다.
2. 은박지 접시 모서리의 세 지점에 삼각형이 되도록 청 테이프로 끈을 단단히 붙인다. 접시에 구멍을 뚫어서 그 구멍 사이로 끈을 묶어도 된다. 끈들을 모두 접시 위 한 점에 모이게 한다.



## 활동 내용

### ❖ 실험하기

1. 교실 밖 실외에서 시연을 하고 학생들은 시연하는 사람에게서 안전하게 충분히 멀리 떨어져 있게 한다.
2. 실험자는 안전모와 보안경을 착용하고 시연을 한다.
3. 은박접시의 끈들을 잡고 접시를 회전시켜서 끈들의 15cm~20cm 부분이 함께 꼬이게 한다. 꼬인 부분의 상단과 하단을 테이프 조각으로 고정하고, 한쪽에 놓아둔다.



4. 물에 색소를 몇 방울 떨어뜨린다.
5. 플라스틱 컵에 물을 채운다.
6. 컵의 물을 흘리지 않고 컵을 뒤집을 수 있는지 학생들에게 물어본다.
7. 물 컵을 접시 중앙에 올려 놓고 끈을 잡아서 균형을 유지한다.
8. 조심스럽게 접시가 원을 그리도록 흔들기 시작한다. 접시를 흔들어도 물은 컵에 그대로 있을 것이다. 그러나 흔들는 움직임을 멈추면 물이 쏟아질 것이다.



## ❖ 실험 결과 토의하기

조별로 실험 결과에 대해 토의한 후 활동지에 답을 적어보도록 한다.

1. 접시가 이동하는 경로를 뭐라고 하는가?  
→ 궤도라고 부른다.
2. 접시에서 더 가까운 거리에서 끈을 잡아 접시의 궤도를 짧게 하면 접시의 속도가 어떻게 될까?  
→ 접시의 궤도가 짧으면 속도가 증가한다.
3. 끈을 당기는 것이 어떤 형태의 힘으로 작용하는가?  
→ 구심력
4. 이 실험에서 끈을 잘라 구심력을 제거한다면 어떻게 될까?  
→ 접시가 궤도의 경로와 접하는 방향을 따라 궤도 바깥으로 날아갈 것이다.



## 지도상 유의점

실험을 할 때 안전에 유의하도록 한다. 물이 쏟아질 수도 있으므로 교실 밖에서 실험을 하며, 시연자로부터 보는 학생들이 멀리 서서 관찰하도록 한다. 접시에 은박지 접시를 단단히 고정시켜야 한다. 은박지 접시가 약하다고 생각하는 경우에는 금속으로 된 쟁반에 컵을 고정시켜 실험을 한다. 접시를 돌리는 속도에 따라 물이 쏟아질 수 있으므로 돌리는 속도에 유의하여 지도한다.



# 달 착륙 : 흔들리는 접시

학년 반 이름

## 도전과제

실험을 통해 중력이 작용하는 형태에 대해 살펴보고, 행성과 위성 사이의 관계 설명해봅니다.



위성은 궤도를 빙빙 돌립니다. 이렇게 붙잡아 두는 힘이 무엇일까요? 왜 우주 비행사들이 우주에 떠다니는 것처럼 보일까요? 본 차시에서는 실험을 통해 중력이 작용하는 형태에 대해 살펴보고 행성과 위성 사이의 관계를 설명해 봅니다.



## 이것이 필요해요

은박지 접시, 끈, 청테이프, 플라스틱 컵, 물, 색소, 보안경, 안전모



## 활동 내용

### ❖ 실험하기

1. 교실 밖 실외에서 시연을 하고 학생들은 시연하는 사람에게서 안전하게 충분히 멀리 떨어져 있어야 합니다.
2. 실험자는 안전모와 보안경을 착용하고 시연을 합니다.
3. 은박접시의 끈들을 잡고 접시를 회전시켜서 끈들의 15cm~20cm 부분이 함께 꼬이게 합니다. 꼬인 부분의 상단과 하단을 테이프 조각으로 고정하고, 한쪽에 놓아둡니다.
4. 물에 색소를 몇 방울 떨어뜨립니다.
5. 플라스틱 컵에 물을 채웁니다.
6. 컵의 물을 흘리지 않고 어떻게 하면 컵을 뒤집을 수 있는지 토의해봅니다.
7. 물 컵을 접시 중앙에 올려놓고 끈을 잡아서 균형을 유지합니다.
8. 조심스럽게 접시가 원을 그리도록 흔들기 시작합니다. 접시를 흔들어도 물은 컵에 그대로 있을 것입니다. 그러나 흔들는 움직임을 멈추면 물이 쏟아질 것입니다.



## Moon exploration activities

### ❖ 실험 결과 토의하기

조별로 실험 결과에 대해 토의한 후 활동지에 답을 적어보도록 합니다.

1. 접시가 이동하는 경로를 뭐라고 합니까?
2. 접시에서 더 가까운 거리에서 끈을 잡아 접시의 궤도를 짧게 하면 접시의 속도가 어떻게 될까요?
3. 끈을 당기는 것이 어떤 형태의 힘으로 작용합니까?



### 활동 결과

1. 접시가 이동하는 경로를 뭐라고 합니까?

---

2. 접시에서 더 가까운 거리에서 끈을 잡아 접시의 궤도를 짧게 하면 접시의 속도가 어떻게 될까요?

---

---

3. 끈을 당기는 것이 어떤 형태의 힘으로 작용합니까?

---



### 생각해요

- ♣ 이 실험에서 끈을 잘라 구심력을 제거한다면 어떻게 될지 적어봅시다.

---

---



## 【읽을 거리】

### 달과 위성

본 차시 실험에서 접시가 원을 그리도록 흔들면 접시는 끈에 의해 접시의 궤도 내에 머문다. 계속해서 접시를 당겨 접시가 직선을 그리며 날아가지 않도록 해야 한다. 끈을 통해 접시에 가하는 힘이 구심력이다.

이와 마찬가지로 지구 궤도 내에 있는 위성의 경우, 위성에 구심력을 가해 위성이 우주로 날아가지 않도록 하는 것이 지구의 중력이다. 학생들이 끈을 당겨 접시가 원 운동을 유지하게 하는 것처럼 지구의 중력이 위성을 당기는 것이다.

달은 지구의 궤도를 도는 위성이고, 지구는 태양의 궤도를 도는 위성이다. 또한 지구의 중력이 달을 궤도에 머물게 하고, 태양의 중력이 행성들이 계속해서 그 주위를 돌게 한다.



# Moon exploration activities





우주에는 운석들이 떠다닌다. 운석은 보통 암석이나 금속으로 이루어진 소행성의 파편이다. 운석은 대개 질량이 수백 미터톤에 이르는 아주 큰 덩어리거나, 모래보다 입자가 작은 미소유성체 형태를 띄고 있다. 우주비행사는 이러한 운석들로부터 자신의 몸을 어떻게 보호하고 있을까? 우주복의 구조를 살펴 어떻게 우주비행사를 보호하는지 탐구해 보는 활동을 한다.



## 학습 목표

실험을 통해 우주복의 구조를 살펴봅시다.



## 해당 학년

중학교 1학년



## 소요 시간

45분



## 이것이 필요해요

감자, 플라스틱 빨대(밀크셰이크 용), 총을 이룰 여러 가지 재료(휴지, 종이, 손수건, 고무밴드, 냅킨, 알루미늄호일, 랩, PVC 파이프, 큰 못, 장갑, 종류가 다른 2가지 천, 고무밴드 2개, 클립



## 이렇게 준비해요

1. 준비물을 모두 모은다.
2. 재질이 다른 천을 2가지 준비한다.

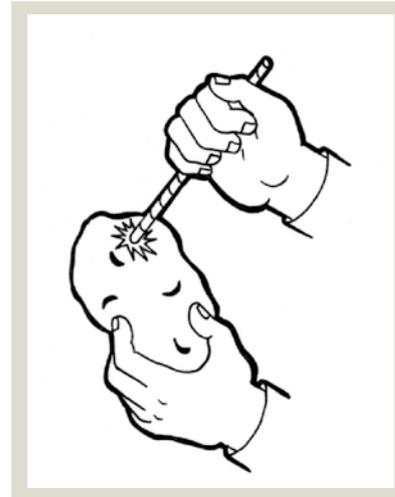




## 활동 내용

### ❖ 실험하기

1. 감자를 땅에 내려 놓는다.
2. PVC 파이프를 보여준다. 파이프를 감자 위에 얹고 파이프를 따라 못을 떨어뜨린다.
3. 파이프를 들어올리고 감자 속에 있는 못을 보여준다.
4. 감자를 장갑 속에 넣고 장갑을 붙어 클립으로 고정한다.
5. 감자를 재질이 다른 2가지 천으로 쓴다.
6. 고무 밴드로 총들을 함께 고정해 마무리한다.
7. 감자를 바닥에 놓는다. 파이프와 못을 손에 들고 의자에 올라선다. 파이프를 감자 위에 얹고 파이프를 따라 못을 떨어뜨린다.
8. 감자를 돌려싼 것들을 벗겨서 학생들에게 보여준다.
9. 학생들에게 날감자를 한 손에 들게 한다(그림 참조). 다른 한 손에 빨대를 잡고 천천히 감자를 찌른다. 빨대가 감자를 얼마나 깊이 관통하는지 관찰한다.
10. 실험을 반복하되 이번에는 빠른 동작으로 감자를 찌른다. 빨대가 감자를 얼마나 깊이 관통하는지 관찰한다. 관찰 내용을 9단계와 비교한다.
11. 학생들이 교실에 있는 물건들을 한 번에 한 층씩 추가해 감자를 충격에 의한 손상으로부터 보호하는 방법을 생각해 보도록 유도한다.
12. 감자를 보호하기 위한 새로운 방법을 시험해 본다. 생각해 낸 기술들을 평가하기 위한 토의를 한다. 보호 시스템의 제약사항들을 개선한다.
13. 개선된 제약사항을 근거로 학생들이 시스템을 다시 설계하게 한다. 빨대를 이용한 총돌 시험을 추가로 수행한다.



### ❖ 실험 결과 토의하기

조별로 실험 결과에 대해 토의한 후 활동지에 답을 적어보도록 한다.

1. 미소유성체와 우주 먼지의 충격으로부터 우주 비행사를 보호하는 기술들은 다른 보호 기술들과 어떤 차이가 있는가? 다른 보호복 또는 보호 장치는 무엇이 있는가?

→ 왕복선 선외 활동용 우주복은 선외 활동을 하는 우주 비행사를 보호하기 위해 14개의 층으로 이루어져 있다. 내부의 층들은 액체 냉각 및 환기용 내피로 구성된다. 가장 밑에 나일론 트리코트 안감이 있고 그 위에 플라스틱 튜브가 들어간 스판덱스 섬유층이 온다. 그 위에는 우레탄으로 코팅된 나일론 소재의 압력 주머니층과 압력을 가뒀는 섬유층이 있다. 주머니층과 억제층 위에는 네오프론으로 코팅된 나일론 립스톱 천이 온다. 그 다음에는 알루미늄이 함유된 마일라에 데이크론 스크림으로 얇게 막을 씌운 열 및 미소유성체 보호층 7겹이 뒤따른다. 우주복의 외층은 여러 소재를 혼합한 오르토파브릭(Ortho-Fabric)으로 제

조되었다.

→ 예: 방탄조끼, 갑옷, 전동공구의 외피, 자동차의 윈드실드

2. 오토바이 헬멧을 생각해보자. 헬멧은 어떤 기능을 하도록 만들어져야 하는가?

→ 오토바이 헬멧 — 충돌 시 보호 기능을 제공한다. 공기역학적 항력을 감소시켜야 하고, 착용감이 편안해야 하며, 벌레, 암석 등의 충돌로부터 얼굴을 보호하는 기능을 해야 한다.



### 지도상 유의점

실험을 할 때 안전에 유의하도록 한다. 실험을 지켜보는 사람들은 못이 감자를 빛나갈 경우에 대비해 안전한 거리를 두고 관찰한다. 도구들을 감독자 없이 방치하지 않는다. 감자를 잡을 때 빨대로 손을 찌르지 않도록 주의한다. 작업용 장갑을 끼면 더 안전하다.





# 우주복

학년 반 이름

## 도전과제

실험을 통해 우주복의 구조를 살펴봅시다.



우주에는 무엇이 떠다니나요? 운석은 보통 암석이나 금속으로 이루어진 소행성의 파편입니다. 운석은 대개 질량이 수백 미터톤에 이르는 아주 큰 덩어리거나, 모래보다 입자가 작은 미소유성체 형태를 띠고 있습니다. 우주비행사는 이러한 운석들로부터 자신의 몸을 어떻게 보호하고 있을까요? 우주복의 구조를 살펴 어떻게 우주비행사를 보호하는지 탐구해 보는 활동을 해 봅시다.



## 이것이 필요해요

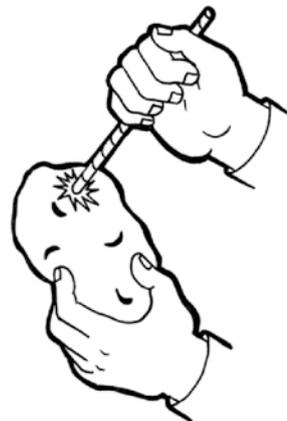
감자, 플라스틱 빨대(밀크셰이크 용), 층을 이룰 여러 가지 재료(휴지, 종이, 손수건, 고무밴드, 냅킨, 알루미늄호일, 랩, PVC 파이프, 큰 못, 장갑, 종류가 다른 2가지 천, 고무밴드 2개, 클립



## 활동 내용

### ❖ 실험하기

1. 감자를 땅에 내려 놓습니다.
2. PVC파이프를 감자 위에 얹고 파이프를 따라 못을 떨어뜨립니다.
3. 파이프를 들어올리고 감자 속에 있는 못을 관찰합니다.
4. 감자를 장갑 속에 넣고 장갑을 불어 클립으로 고정합니다.
5. 감자를 재질이 다른 2가지 천으로 씩니다.
6. 고무 밴드로 층들을 함께 고정해 마무리합니다.
7. 감자를 바닥에 놓는다. 파이프와 못을 손에 들고 의자에 올라섭니다. 파이프를 감자 위에 얹고 파이프를 따라 못을 떨어뜨립니다.
8. 감자를 돌려싼 것들을 벗겨서 관찰합니다.
9. 날감자를 한 손에 들게 합니다(그림 참조). 다른 한 손에 빨대를 잡고 천천히 감자를 찌릅니다. 빨대가 감자를 얼마나 깊이 관통하는지 관찰합니다.
10. 실험을 반복하되 이번에는 빠른 동작으로 감자를 찌릅니다. 빨대가 감자를 얼마나 깊이 관통하는지 관찰합니다. 관찰 내용을 9단계와 비교합니다.



11. 학생들이 교실에 있는 물건들을 한 번에 한 층씩 추가해 감자를 충격에 의한 손상으로부터 보호하는 방법에 대해 토의해봅시다.
12. 감자를 보호하기 위한 새로운 방법을 시험해 봅시다. 생각해 낸 기술들을 평가하기 위한 토의를 합니다. 보호 시스템의 제약사항들을 개선합니다.
13. 개선된 제약사항을 근거로 우주복 시스템을 다시 설계합니다. 빨대를 이용한 충돌 시험을 추가로 수행합니다.

#### ❖ 실험 결과 토의하기

조별로 실험 결과에 대해 토의한 후 활동지에 답을 적어보도록 합니다.

1. 미소유성체와 우주 먼지의 충격으로부터 우주 비행사를 보호하는 기술들은 다른 보호 기술들과 어떤 차이가 있습니까? 다른 보호복 또는 보호 장치는 무엇이 있을까요?
2. 오토바이 헬멧을 생각해보자. 헬멧은 어떤 기능을 하도록 만들어져야 합니까?
3. 우주복이 갖추어야 할 요건을 생각하며 내가 달 탐사를 떠날 때 입을 우주복을 디자인 해 봅시다.



#### 활동 결과

1. 미소유성체와 우주 먼지의 충격으로부터 우주 비행사를 보호하는 기술들은 다른 보호 기술들과 어떤 차이가 있습니까? 다른 보호복 또는 보호 장치는 무엇이 있을까요?

---

---

2. 오토바이 헬멧을 생각해보자. 헬멧은 어떤 기능을 하도록 만들어져야 합니까?

---

---



# Moon exploration activities



## 생각해요

♣ 우주복이 갖추어야 할 요건을 생각하며 내가 달 탐사를 떠날 때 입을 우주복을 디자인 해 봅시다.



## 【읽을 거리】

### 우주복

우주 유영을 하는 우주 비행사들은 충돌로부터 보호해 줄 우주복이 필요하다. 이들은 유성체라고 부르는 빠르게 이동하는 입자들을 만나기 쉽기 때문이다. 일반적으로 유성체는 암석 및 금속으로 이루어진 소행성의 파편이다. 유성체는 수백 미터톤에 달하는 매우 큰 것도 있고 매우 작은 것도 있다. 미소유성체는 보통 혜성의 파편이다. 지구의 대기는 매일 수백만 개의 유성체와 미소유성체의 공격을 받는다. 이들 중 대부분은 대기를 통과하면서 발생하는 마찰로 인한 강한 열에 의해 사라지기 때문에 지구 표면에 도달하지 못한다. 유성체가 대기를 무사히 통과해 딱딱한 땅에 도달할 수 있을 정도로 큰 경우는 매우 드물다. 그렇게 큰 것이 있다면 우리는 그것을 운석이라고 부른다.



우주에는 유성체로부터 우주선을 보호해 줄 대기라는 막이 존재하지 않는다. 한때는 초속 80킬로미터의 속도로 이동하는 유성체가 우주선에 큰 위협이 될 것이라고 생각했다. 그러나 유성체 감지 장치가 장착된 과학 위성을 통해 그 위협이 미미하다는 것이 밝혀졌다. 대부분의 유성체는 우주선의 동체를 뚫기에는 너무 작다는 것을 알게 된 것이다. 유성체는 주로 우주선 외피 표면을 움푹 패이게 하고 모래 분사를 한 효과가 나타나게 한다.

우주 먼지는 우주선 엔지니어들에게 큰 걱정거리가 되었다. 수천 번의 우주 발사로 인해 궤도에는 수많은 발사체 파편, 페인트 조각, 그리고 기타 우주 쓰레기가 남아 있다. 대부분의 입자는 작지만 거의 초속 8,000미터의 속도로 이동한다. 이 같은 우주 시대의 입자들은 우주선과 선외 활동(EVA)을 하는 우주 비행사들에게 심각한 위험요소가 되었다.

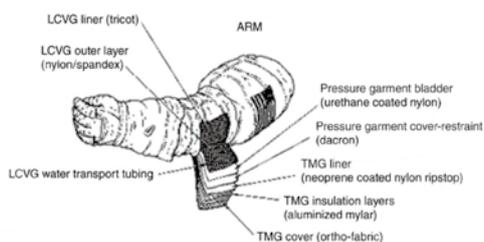
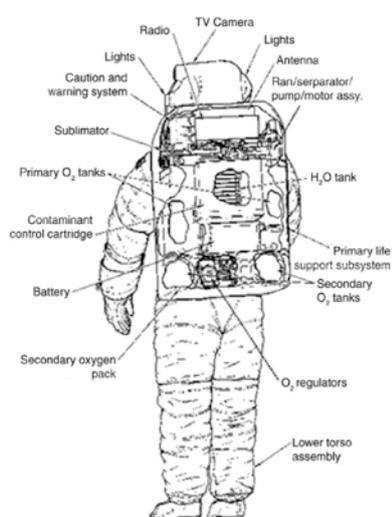
우주 먼지는 우주선 엔지니어들에게 큰 걱정거리가 되었다. 수천 번의 우주 발사로 인해 궤도에는 수많은 발사체 파편, 페인트 조각, 그리고 기타 우주 쓰레기가 남아 있다. 대부분의 입자는 작지만 거의 초속 8,000미터의 속도로 이동한다. 이 같은 우주 시대의 입자들은 우주선과 선외 활동(EVA)을 하는 우주 비행사들에게 심각한 위험요소가 되었다.

엔지니어들은 두꺼운 벽을 만들고 호일과 탄화수소 물질로 이루어진 다층 보호막을 만드는 등 여러 가지 방법을 이용해 미소유성체로부터 우주선을 보호했다. 다층 보호막에 부딪히는 미소유성체들은 무해한 가스로 분해되어 내벽 위로 퍼진다. 우주복은 여러 가지 직물 층이 결합되어 있고 견고한 재료들로 조직적으로 구성되어 있어 충격으로부터 보호해 준다.

그러나 이러한 보호 전략들은 입자의 질량이 작은 경우에는 효과적이지만 입자가 큰 경우 제 역할을 거의 하지 못한다. 우주 유영을 하는 우주 비행사들은 위성을 수리하거나 국제 우주 정거장에서 조립 작업을 할 때 특히 조심해야 한다. 볼트나 너트를 잃어버리면 미래의 우주 임무 시 볼트나 너트에 충돌할 수 있다.



# Moon exploration activities





두꺼운 종이로 기중기를 설계한 뒤 제작한다. 무거운 물체를 올려놓아도 무너지지 않는 방법을 생각한다. 크랭크 손잡이를 만든 뒤 실험 결과를 보고 개선한다.



## 학습 목표

기중기를 만들어 무거운 물체를 들어 올릴 수 있다.



## 해당 학년

중학교 1학년



## 소요 시간

45분



## 이것이 필요해요

두꺼운 종이, 골판지(5×28cm<sup>2</sup>) 3조각, 클립, 큰 종이컵, 깎은 연필 3개, 가위, 낚시줄, 테이프, 구슬이나 동전 등



## 이렇게 준비해요

구슬이나 동전은 분동 역할을 하는데 배터리나 자갈 등도 대신할 수 있다.



## 핵심 단어

- **기중기** : 무거운 짐을 들어 올리고 옆으로 이동할 수 있는 기계장치
- **크랭크** : 왕복 운동을 회전 운동으로 바꾸거나 그 반대의 일을 하는 기계 장치





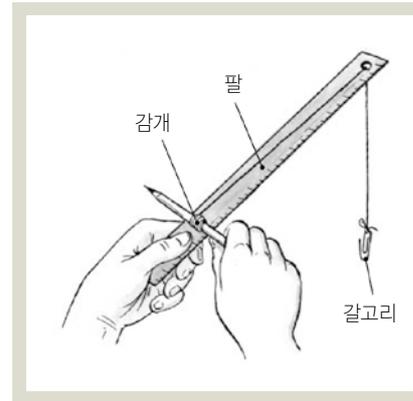
## 활동 내용

### ❖ 미리 준비하기

- 활동에 필요한 재료를 미리 준비한다.
- 자, 연필, 줄을 사용하여 간단한 기중기 팔을 만든다.

### ❖ 도전과제 소개하기

- 달에서 사용될 크레인에 대해 설명한다.
- 우주 비행사는 달 기지에서 구조물을 만들고 물건들을 운반하는 데 사용할 수 있는 기계가 필요하다. 건설 현장에서 자재를 들어 올리고 또 이리저리 운반하는 기중기를 본 적이 있을 것이다. 기중기의 팔은 매우 긴데, 끝에 갈고리가 달린 케이블이 연결되어 있다. 지구에서든 달에서든 기중기가 무거운 물체를 들어올리기 위해서는 튼튼해야 한다.
- 직접 만든 기중기를 보여주며 설명한다.
- “오늘 여러분은 기중기를 설계, 제작한 다음 얼마나 무거운 물체를 들어 올릴 수 있는지 실험하게 됩니다. 여러 부품들이 모여서 어떻게 기중기가 작동하는지 보도록 합시다. 기중기를 만들 때 두꺼운 종이나 골판지를 여러 겹 덧대어도 됩니다. 설계한 대로 만든 후 직접 시험해 보면서 문제점을 고쳐나가도록 합시다.”



### ❖ 도전과제 설계하기

- 기중기가 무거운 물체를 들어 올릴 때 기중기 팔이 못 견디고 상자 밖으로 떨어져 나간다면 어떻게 고쳐야 하는가?
- 기중기 팔을 상자에 단단히 붙인다.
- 상자 뒷면에 틈을 만들어 그 안에 기중기 팔의 한 쪽을 집어넣는다.
- 기중기 팔의 끝 부분을 상자에 단단히 고정시킨다.
- 무거운 물체가 기중기 팔을 왼쪽이나 오른쪽으로 잡아당긴다면 어떻게 하는가?
- 기중기 팔의 위아래와 옆면에 두꺼운 종이로 보강하여 더 붙인다.
- 기중기 팔의 윗부분에서 상자 뒷면이나 옆면으로 실을 돌려 고정한다.
- 갈고리가 오르내릴 수 있도록 연결줄을 어떻게 감고 풀 것인가?
- 연필은 실패로 사용하기 좋으나 고정하는 것은 어렵다. 종이로 연필을 감싸거나 받침을 만들어 고정한다.

### ❖ 실험하고 재설계하기

- 무게 때문에 팔이 상자에서 찢어져 떨어지는 경우 팔의 아래 부분을 상자에 단단히 붙인다. 상자에 틈을 만들어 팔을 집어넣어도 된다.
- 팔이 무거운 무게를 들어 올리지 못하는 경우 두꺼운 종이 여러 장을 사용하여 다시 만든다. 종이를 한꺼

번에 사용하거나 하나씩 여러 번 사용한다.

- 무거운 무게 때문에 팔이 흔들리는 경우 연결줄이 팔의 중심에 오게 한다. 실이나 두꺼운 종이로 보강할 수도 있다. 이 때 양쪽 길이가 같은지 확인한다.

#### ❖ 결과 토의하기

- 각자 만든 기중기를 보여주고 만들면서 생겼던 문제점들을 어떻게 해결했는지 토의한다.
- 우주 비행사들은 기중기를 어떤 용도로 사용하는가?
  - 광물이나 얼음을 차에 싣는 데 사용된다.
  - 건물, 인공위성 안테나 또는 태양 전지판 같은 것을 조립하는데 사용된다.
- 기중기에는 어떤 힘이 작용하는가?
  - 기중기는 물체를 끌어당기는 중력을 이겨야 한다. 중력은 연결줄도 팔도 끌어 내린다.
- 두꺼운 종이를 덧대면 더 잘 들어 올릴 수 있을까?
  - 종이를 어떻게 붙이느냐에 따라 다르다. 벽처럼 수직으로 붙이면 더 많이 들어 올릴 수 있다. 만일 수평으로 붙이면 힘이 약해진다.
- 읽을 거리를 보면 달에서 기중기를 이용해 작업하는 것을 잘 이해할 수 있는가?
  - 기지를 짓고 얼음을 캐는 일 모두 기중기가 필요한 일이라는 것을 알았다.



### 심화 학습

- 누가 가장 많이 담을 수 있는지 시험한다. 기중기를 만든 다음 바구니나 양동이에 물건을 더 쌓은 뒤 실험하고, 물건을 들어 올리지 못한 기중기를 제외한 뒤 다시 시험하여 가장 물건을 많이 들어 올리는 기중기를 가려낸다.
- 가장 효율적인 기중기를 가린다. 기중기들의 무게를 재고 최대 물건을 들어 올리게 한 뒤 물건의 무게 ÷ 기중기의 무게 값을 구하여 가장 높은 값을 가진 기중기가 승자가 된다.



### 지도상 유의점

이 활동을 하면서 연계할 수 있는 개념은 다음과 같다.

- 작용 반작용의 법칙 : 기중기가 안정된 자세를 유지하려면 미는 힘과 끄는 힘이 균형을 이루어야 한다. 기중기가 물체를 들어 올리는 경우 팔에는 힘을 똑같이 나누는 장치들이 있다. 기중기의 팔에 작용하는 힘과 반대되는 똑같은 힘이 있다면 팔은 움직이지 않는다.
- 측정 : 기중기 부품의 크기와 부품 간 거리를 측정하게 한다.



# 물건 들어올리기

학년 반 이름

## 도전과제

기중기를 만들어 물체를 들어 올려 봅시다.



지구에서 달까지 물건을 실어 나르는 비용은 1kg당 7천만 원이 넘습니다. 따라서 달에서 살기 위해서는 달에 있는 재료를 활용해야 합니다. 달에 있는 광물들을 채집하고 기중기를 사용해 물건을 운반하여 봅시다.



## 이것이 필요해요

두꺼운 종이, 골판지(5×28cm<sup>2</sup>) 3조각, 클립, 큰 종이컵, 작은 연필 3개, 가위, 낚시줄, 테이프, 구슬이나 동전 등



## 핵심 단어

- : 무거운 짐을 들어 올리고 옆으로 이동할 수 있는 기계장치
- 크랭크 :  운동을 회전 운동으로 바꾸거나 그 반대의 일을 하는 기계 장치



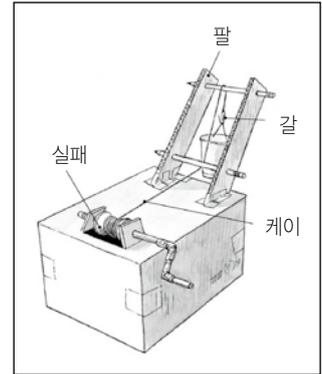
## 생각해요

- ① 기중기가 물건을 들어 올릴 때 기중기 팔이 상자에서 떨어지지 않게 하려면 어떻게 해야 하나요?
- ② 무거운 물건이 팔을 왼쪽이나 오른쪽으로 끌어당기면 중심을 잡기 위해서 어떻게 해야 할까요?
- ③ 갈고리가 오르내릴 수 있도록 케이블을 어떻게 감고 풀까요?



### 활동 순서

- ① 기중기의 팔을 만듭니다. 골판지 조각으로 기중기 팔을 어떻게 만들 것인지 설계, 제작한 후 기중기 팔에 실을 겁니다.
- ② 감아올리는 실패를 만듭니다. 케이블을 늘이거나 줄일 수 있도록 실패를 만들어 봅니다.
- ③ 줄, 갈고리, 컵을 부착합니다. 기중기 팔을 통과하여 끈을 걸고 감개와 갈고리에 붙입니다. 종이컵의 양쪽에 구멍을 내 실을 넣고 갈고리와 연결 시킵니다.



### 활동 결과

- ① 기중기가 물건을 무사히 들어 올렸나요?
  
- ② 더 무거운 물건을 들어 올리려면 어떤 부분을 변경해야 하는지 생각해 보세요.



# Moon exploration activities



## 【읽을 거리】

### 금보다 귀하다고?

달 표면은 지구의 어떤 사막보다도 건조하지만 달 표면의 아래는 건조하지 않습니다. 물이 있을지도 모르지요. 달에서 얼음을 찾기 위해 여러 차례 우주선을 보내고 있습니다. 얼음을 찾으면 물을 만들 수 있으며, 물은 숨을 쉴 수 있는 산소를 만들기 때문입니다. 또한 우주선이 지구로 돌아올 수 있는 연료를 만들기도 합니다. 달에서 얼음을 찾았을 때 이를 캐내어 옮기는 것은 바로 기종기가 해야 할 일입니다.

### 내 집 같은 달 기지!

NASA는 달에서 6개월간 사람이 머물 수 있도록 기지를 만들 계획이었습니다. 달 기지는 사람이 살 수 있도록 모든 것을 갖추어야 합니다. 만일 여러분이 달에서 6개월을 안전하고 편안하게 보내야 한다면 무엇을 가지고 떠나겠습니까?

다음 그림은 달 기지의 모습을 그린 것입니다. 그림에서 아래 물품을 찾아보세요.

- 착륙장
- 저장탱크
- 태양전지판
- 기종기
- 위성안테나
- 굴착장치
- 온실
- 하역장(짐을 싣고 내리는 곳)
- 숙소





NASA의 활약으로 달에 새로운 크레이터가 만들어질 수 있다. NASA에서 우주선을 달 표면에 돌진하게 하고 있는데, 그 이유는 무엇일까? 그 이유는 달 표면 아래에서 물을 찾기 위해서이다. 달에 충돌을 하면 먼지 및 가스 기동이 10km 이상 치솟게 된다. 물의 존재를 확인하기 위해 과학자들은 이러한 먼지 기동 속에서 얼음 결정체와 수증기를 찾고 있다.



## 학습 목표

줄을 타고 빠르게 내려가 구슬을 목표 지점에 떨어뜨릴 수 있도록 종이컵을 개조한다.



## 해당 학년

중학교 1~3학년



## 소요 시간

45분



## 이것이 필요해요

매끄러운 줄(낙시줄이나 연줄) 3m, 색인카드, 구슬, 마스킹테이프, 클립, 중간 크기의 컵 1개, 가위, 종이  
과녁



## 이렇게 준비해요

- 이 도전 과제에서 학생들은 다음과 같은 엔지니어링 설계 과정을 따른다.
- ① 구슬을 싣고 줄을 타고 빠르게 내려갈 수 있는 컵을 개조한다.
- ② 컵을 기울일 수 있도록 실을 부착한다.
- ③ 컵이 실을 타고 내려가게 한 후 구슬을 손에서 놓아 바닥의 목표 지점을 맞춘다.
- ④ 테스트 결과에 따라 설계를 개선한다.



## 핵심 단어

- **zip line** : 양 편의 나무 또는 지주대 사이로 튼튼한 와이어를 설치하고 탑승자와 연결된 트롤리(trolley, 일종의 도르래)를 와이어에 걸어 빠른 속도로 반대편으로 이동하는 이동수단 또는 레포츠포의 통칭.
- **탄도** : 총포로부터 발사된 탄환 · 로켓 등의 비상체(飛翔體)가 날아가면서 그리는 궤도.





## 활동 내용

### ❖ 미리 준비하기

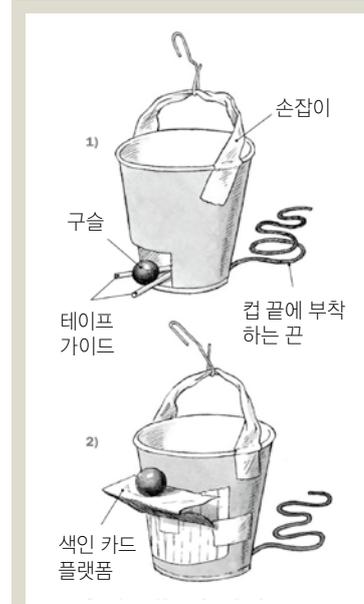
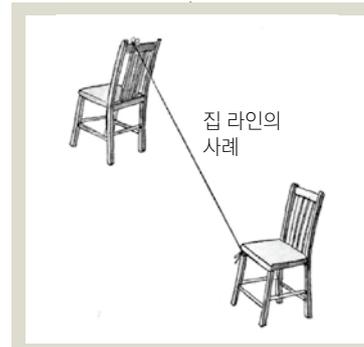
- 견본으로 집라인(zip line)을 설치해 놓는다.
- 손잡이를 붙이고 클립으로 컵에 고정한다.
- [선택사항]  
LCROSS 웹사이트([lcross.arc.nasa.gov](http://lcross.arc.nasa.gov))에서 LCROSS(Lunar Crator Observation and Sending Satellite) 사진을 인쇄한다.

### ❖ 도전과제 소개하기

- NASA에서 LCROSS 우주선을 이용해 달에서 물을 찾고 있는 방법을 학생들에게 설명해준다.
- 달에서 물을 찾기 위해 NASA는 LCROSS를 보내 달 남극 근처 크레이터에 돌진하게 하고 있다. 충돌 때문에 먼지 및 가스 기둥이 10km이상 치솟게 되면, 이러한 먼지 기둥을 조사하여 물이 존재한다는 징후가 있는지 찾는다.
- 학생들에게 만들어 놓은 집 라인을 보여준다. 클립으로 만든 갈고리를 사용해 집 라인에 컵을 매단다. 학생들에게 컵이 집 라인을 타고 내려오는 모습을 보여주고, 다음과 같이 이야기한다.
- “오늘 여러분은 종이컵이 줄을 타고 내려가 목표 지점에 구슬을 떨어뜨리도록 만들어야 합니다. LCROSS의 성공이 크레이터를 맞히는 정확도에 좌우되듯이 오늘 활동의 성공 또한 목표를 정확히 맞힐 수 있는 능력에 따라 좌우됩니다. 설계한 컵을 테스트하다보면, 성능을 향상시키는 방법을 찾아낼 수 있을 것입니다. 테스트에 기반을 두고 설계를 개선하는 것을 엔지니어링 설계 과정이라고 합니다.”

### ❖ 도전과제 설계하기

- 구슬을 싣고 줄을 타고 내려가 목표 지점에 정확히 맞히도록 하려면 컵을 어떻게 개조해야 하는가?
- 구슬을 컵 안에 놓고자 한다면(그림1의 경우) 컵을 잘라 문을 만든다. 구슬을 컵 밖에 놓고자 한다면(그림2의 경우) 승강대, 선반 또는 받침을 만든다.
- 어떤 형태이든 중요한 것은 적절한 순간에 컵을 기울일 수 있는 장치가 있어야 한다는 것이다.
- 먼 곳에서 어떻게 컵의 구슬을 떨어뜨릴 것인가?
- 문 또는 승강대의 반대쪽으로 컵 위쪽 옆면에 실을 달아놓으면 학생들이 효과적으로 컵을 기울일 수 있다.



- 구슬이 목표지점에 맞춰 떨어지도록 하려면 언제 구슬을 발사해야 하는가?
- 학생들은 집 라인 위쪽 가까이에서 실의 다른 쪽 끝을 붙잡고 있어야 한다. 컵이 투하 지점에 도달했다고 생각하면 실을 살짝 잡아당긴다. 그러면 구슬이 튀어나와 목표지점에 떨어지게 된다.
- ※ 떨어뜨릴 때 구슬이 떨어지면서 앞으로 계속 움직인다. 학생들은 구슬에서 손을 놓을 지점을 결정할 때 이러한 관성을 감안해야 한다.

#### ❖ 실험하고 재설계하기

- 컵이 집 라인을 따라 천천히 내려오는 경우
- 줄을 따라 신속히 내려올 수 있도록 장애 요인을 제거한다. 더불어 집 라인의 경사도를 점검한다.
- 원격 투하선이 너무 짧은 경우
- 학생들이 집 라인의 '투하지점'을 예상하고 원격 투하선을 그 길이만큼 길게 만든다.
- 구슬이 확실하게 떨어지지 않는 경우
- 종이컵의 문을 확장하거나 승강대를 조절한다. 테이프를 얇게 말아 작은 튜브형 활강로를 만들어 컵 바닥에 놓아(그림의 테이프 가이드 참고) 구슬이 문 쪽으로 향하여 가도록 한다.
- 구슬이 갑자기 컵이나 승강대에서 떨어지는 경우
- 필요시 컵의 기울기를 조정한다. 테이프를 얇은 튜브 모양으로 만들어 구슬이 나오지 못하게 해도 좋다.
- 구슬이 목표지점을 놓치는 경우
- 문 또는 승강대가 구슬의 진로를 방해하지 않는지 점검한다. 또한 컵이 목표 지점 위에 도달하기 전에 반드시 구슬을 놓아야 한다는 사실을 다시 한 번 상기시킨다.

#### ❖ 결과 토의하기

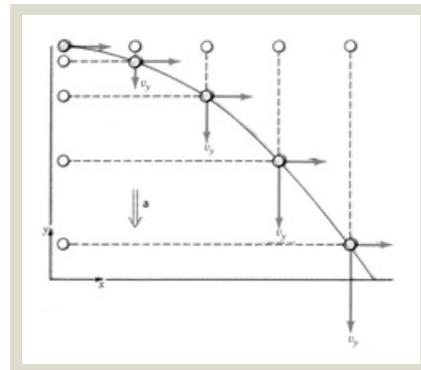
학생들은 만든 컵을 서로 보여주고 보면서 각자 발생한 문제들을 어떻게 해결했는지 토의하도록 한다. 다음 질문을 통해 오늘 도전 과제의 핵심 아이디어를 강조한다.

- 구슬이 목표물을 정확히 겨냥하기 위한 설계에서 가장 중요한 부분은 무엇인가?
- 구슬이 방해받지 않고 컵에서 떨어지는 것과 그 시점이 가장 중요하다.
- 테스트 후 컵의 모양을 어떻게 바꾸었는가?
- 여러 가지 답이 가능하다.
- 구슬을 놓았을 때 구슬의 이동 경로를 설명한다.
- 아래쪽으로 가면서 동시에 앞으로 이동했다. 이 두 가지 방향이 합쳐서 곡선을 이루는데, 이를 '탄도'라고 한다.
- 뉴턴의 제 1법칙에 따르면 움직이는 물체는 힘의 작용을 받을 때까지 계속해서 직선운동을 한다. 오늘 활동을 뉴턴의 제 1법칙으로 어떻게 설명할 수 있는가?
- 집 라인을 타고 내려오면서 구슬의 속도가 증가했다. 구슬이 발사되면, 아래로 끌어내리는 중력이 구슬에 작용할 때까지는 계속해서 타고 내려오던 속도를 유지하며 앞으로 나간다.
- 자신의 도전과제와 NASA의 LCROSS 달 탐사 계획 사이의 유사점은 무엇인가?

- 두 가지 모두 표면에 충돌시키는 무엇인가를 고안했다는 점이 동일하다.
- 둘 다 원격 발사 장치를 갖추고 있다는 공통점이 있으나, LCROSS 는 무선으로 조종한다는 점이 다르다.
- 구슬과 우주선 모두 전진 운동 및 하강 운동 요소를 함께 가지고 있다.

## 심화 학습

- LCROSS에 관한 비디오를 시청한다. LCROSS 웹사이트에 4분 분량의 비디오가 마련되어 있는데, 이를 통해 LCROSS가 달 표면에 충돌하는 장면을 동영상으로 볼 수 있다.
- 웹사이트([lcross.arc.nasa.gov](http://lcross.arc.nasa.gov))를 방문해 온라인으로 볼 수 있다.
- 곡선을 따라 움직이는 물체의 운동을 분석한다.
- 물체가 탄도(곡선 경로)를 따라 이동할 때 속도가 일정하다는 것을 증명하기 위해 컵에서 떨어지는 구슬을 비디오로 촬영한다. TV 또는 컴퓨터에서 한 번에 한 화면씩 재생해서 이 각각의 슬라이드를 저장한다. 각 슬라이드 한 장마다 구슬이 매번 이동한 거리를 표시하여 구슬의 수평 이동거리를 측정한다.



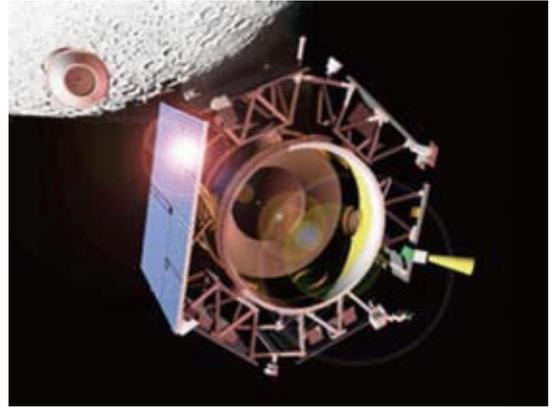
## 지도상 유의점

- 이 활동을 하면서 연계할 수 있는 개념은 다음과 같다.
- 뉴턴의 제 1법칙 : 구슬이 직 라인을 따라 내려올 때 속도가 증가한다. 발사된 후에는 중력과 같이 어떤 힘이 작용할 때까지는 그 속도를 그대로 유지한다.
  - 가속도 : 지구의 인력 때문에 구슬의 하강 속도는 증가한다.
  - 벡터 : 구슬의 운동은 수평적 및 수직적 운동 요소를 모두 갖고 있으며, 이러한 운동은 벡터로 표시할 수 있다.
  - 탄도 : 수평 방향으로 이동 중인 물체가 하강(직 라인을 따라 떨어지는 컵에서 튀어나온 구슬처럼)하면 탄도라고 하는 곡선 경로를 따라 이동한다.
  - 위치에너지 및 운동에너지 : 구슬의 위치에너지는 하강하면서 운동에너지로 전환된다.

## LCROSS

LCROSS(Lunar Crater Observation and Sensing Satellite)

LCROSS가 달에 접근하고 있다. 이 영상은 [www.nasa.gov/mission\\_pages/LCROSS/multimedia/index.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/LCROSS/multimedia/index.html)에서 확인할 수 있다. LCROSS는 얼음을 찾는 특별한 임무를 수행한다. 우주 비행사들이 장시간 달에 머물 수 있으려면 반드시 물을 찾아야 한다. 우주 비행사에게는 마실 물이 필요할 뿐만 아니라, 식물이 자라는 데에도 물이 필요하다. 물은 또한 분해되어 산소와 수소를 만들 수 있는데, 각각 호흡할 때와 지구로 귀환할 때 연료로 사용할 수 있다. 물은 무겁기 때문에 지구에서 물을 실어 나른다면 엄청난 비용이 들 것이다.



LCROSS는 달에서 물을 찾고 있으며, 달 극점 근처의 영구적으로 햇빛이 비치지 않는 크레이터에 오래된 얼음이 존재한다는 이론을 증명하게 될 것이다. 이 깊은 크레이터 바닥에는 햇빛이 들지 않기 때문에 어두우면서 온도가 낮아 옛날 얼음층을 보존할 수 있는 완벽한 여건을 갖추었다. 앞으로 달 남극 인근의 크레이터에 충돌하게 할 계획이다. 이 충격으로 크레이터 바닥에 두 개의 깊은 구멍이 생기고 먼지 및 가스 기둥이 10km 높이로 치솟게 된다. 달 탐사 궤도선, 허블 우주 망원경 및 지구의 여러 장비들이 이러한 기둥을 분석해 물(얼음 및 수증기), 탄소 화합물, 물을 함유한 광물의 존재를 확인하게 된다.





# 정확히 겨냥하기

학년 반 이름

## 도전과제

줄을 타고 빠르게 내려가 구슬을 목표 지점에 떨어뜨릴 수 있게 종이컵을 개조해본다.



여러분은 종이컵이 줄을 타고 내려가 목표 지점에 구슬을 떨어뜨리도록 만들어야 합니다. LCROSS의 성공이 크레이터를 맞히는 정확도에 좌우되듯이 오늘 활동의 성공 또한 목표를 정확히 맞힐 수 있는 능력에 따라 좌우됩니다. 설계한 컵을 테스트하다 보면, 성능을 향상시키는 방법을 찾아낼 수 있을 것입니다. 컵이 실을 타고 내려가서 목표지점에 구슬을 정확히 떨어뜨릴 수 있도록 만들어 봅시다.



## 이것이 필요해요

실험을 위한 재료는 오른쪽 그림과 같이 준비해 주세요.  
-매끄러운 줄(뉘시줄이나 연줄) 3m, 색인카드, 구슬, 마스킹테이프, 클립, 중간 크기의 컵 1개, 가위, 종이 과녁



집 라인, 운반체 및 목표물 제작에 필요한 재료



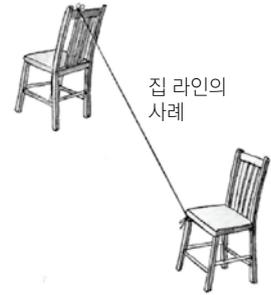
## 생각해요

- ① 구슬을 싣고 줄을 타고 내려가 목표 지점에 정확히 맞추기 위해 컵의 구조를 어떻게 설계해야 할까요?
- ② 어떻게 멀리 떨어진 곳에서 컵에 있는 구슬을 떨어뜨릴 수 있을까요?
- ③ 구슬이 목표물을 맞추게 하려면 언제 구슬을 발사하면 될까요?



## 활동 순서

- ① 먼저 집 라인을 설치합니다. 표면이 고른 1.8m의 줄을 두 물체(의자 두 개 또는 책상과 의자)에 묶어 고정합니다. 줄을 팽팽히 잡아당겨야 하며, 한쪽 끝은 다른 쪽보다 20cm 아래 오게 합니다.
- ② 어떻게 컵을 개조해서 구슬을 집 라인을 따라 운반하게 할 수 있을지 생각합니다. 컵 안에 넣고 이동시킬 것인지, 컵 밖에 승강대 위에 얹어 이동시킬 것인지, 혹은 컵 밑에 놓아둘 것인지 생각합니다.
- ③ 원격으로 구슬을 투하할 수 있는 장치를 고안합니다. 구슬을 목표물을 향해 발사하기 위해서는 적절한 순간에 컵을 기울여야 하는데, 이를 위해 어떤 방법을 사용해서 컵을 기울일 것인지 이야기해봅니다.
- ④ 마지막으로 컵을 집 라인에 클립으로 고정합니다. 컵이 쉽게 미끄러져 내려올 수 있도록 집 라인에 걸고리로 가는 방법을 고안해봅니다.



## 활동 결과

- ① 목표물을 집 라인 가까이 두고, 원격 투하 장치를 사용해 컵을 움직여, 구슬이 목표물을 정확히 맞히도록 해봅니다.
- ② 목표물에 얼마나 가까이 떨어졌는지, 만일 실험에 실패했다면 어떤 점을 바꾸어야 할지 생각해 보세요.
- ③ 엔지니어들은 테스트를 통해 설계를 개선합니다. 이들이 밝아 나가는 단계를 설계 과정이라고 합니다. 다양한 아이디어를 활용해 개선된 모형을 만들어봅니다.

- 컵이 집 라인을 따라 천천히 내려오는 경우
  - 집 라인의 경사도를 점검합니다. 또한 컵이 잘 미끄러져 내려가게 합니다.
- 구슬이 갑자기 컵이나 승강대에서 떨어지는 경우
  - 필요시 컵의 기울기를 조정합니다. 테이프를 말아서 얇은 튜브 모양으로 만들어 구슬이 저절로 굴러 나오지 못하게 해야 합니다.
- 구슬이 확실하게 떨어지지 않는 경우
  - 종이컵의 문을 확장하거나 승강대를 조절한다. 테이프를 얇게 말아 작은 튜브형 활강로를 만들어 구슬이 문 쪽으로 향하여 가도록 합니다. 필요시 컵의 경사도를 조정해 구슬이 쉽게 구를 수 있도록 합니다.
- 구슬이 목표지점을 놓치는 경우
  - 문 또는 승강대가 구슬의 진로를 방해하지 않는지 점검합니다. 또한 구슬이 집라인을 따라 앞으로 이동할 때 떨어질 때도 계속 앞으로 운동을 한다는 사실을 감안해야 합니다.



# Moon exploration activities



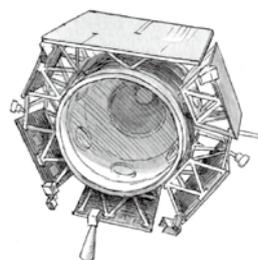
## 【읽을 거리】

### 숲을 뛰어다닌 것이 큰 도움이 되었어요



어렸을 적 토니 콜라프리트는 자연, 생태 환경, 그리고 숲을 뛰어다니는 것을 무척 좋아했다. 토니는 모든 사물이 서로 연결되어 존재하는 방식에 대해 끈질기게 생각하곤 했다. 이러한 그의 생각은 행성 과학자로서 NASA의 LCROSS 임무를 맡은 수석 과학자가 된 지금도 계속되었다.

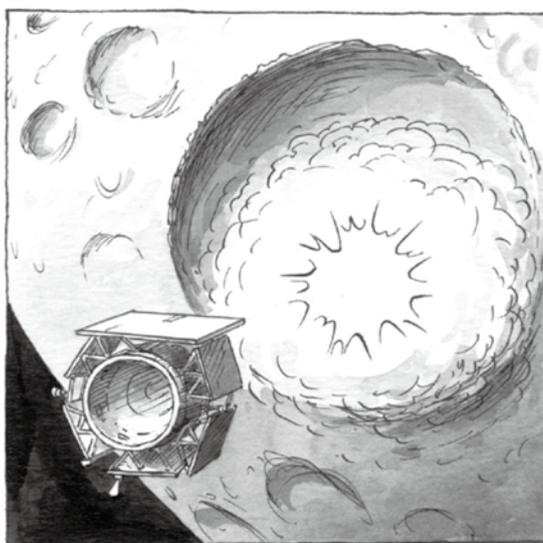
다른 행성들은 어떻게 서로 작용하는지 알기 위해 토니는 컴퓨터 모델을 구축하고 장비를 설계했다. 이를 통해 태양계의 서로 다른 행성 간에 작용하는 흥미로운 연결 상태를 이해할 수 있었다. 토니의 연구 성과가 쌓일수록 지금 우리가 사는 세계, 즉 지구가 태양계 안에서 어떻게 균형을 이루며 존재하는지 더 많이 알 수 있을 것이다.



NASA의 (LCROSS가 달에 충돌해 먼지 및 가스 기둥을 높이 치솟게 할 것이다. 이를 통해 물의 존재를 밝힐 계획이다.

### 달 표면 아래를 살펴보자!

NASA는 달 표면에 깊은 구멍을 내고 그 속에서 얼음을 찾고자 한다. 그런데 표층 굴착 작업을 시작하는 대신, NASA는 원활한 출발을 보이고 있다. NASA는 1마일(2km)이나 깊은 크레이터 바닥을 굴착할 예정이다. 정확히 말하면 굴착하는 것이 아니다. 그 대신 LCROSS라는 우주선을 크레이터에 돌진하게 할 것이다. 과학자들은 이러한 충돌로 생긴 폭 80피트(24.4m), 깊이 15피트(4.6m)의 구멍이 생길 것으로 예측하고 있다. 이처럼 깊고 어두운 차가운 바닥에서 얼음을 발견할 수 있는 확률은 태양열을 받아 얼음이 증발해 버렸을 만한 달 표면에서 얼음을 찾는 경우보다 훨씬 크다.



남극보다 더 춥다? 달에 도착한 것을 환영한다! 달에서 살아남으려면 우주 비행사들은 (-157°C)나 되는 극한의 온도로부터 보호받을 수 있는 집이 필요하다. 이와 같은 집을 따뜻하게 하는 한 가지 방법으로 태양열을 이용해 온수를 만들어 실내로 들여보내는 것이 있다.



## 학습 목표

태양열 온수기를 설계 및 제작하여 온도를 얼마만큼 변경시킬 수 있는지 알아본다.



## 해당 학년

중학교 1~3학년



## 소요 시간

90분



## 이것이 필요해요

알루미늄 호일, 대형 판지(28×43cm<sup>2</sup>), 길이 0.9m의 투명 플라스틱 튜브(바깥쪽 직경: 6mm), 실내용 투광 조명등이 달리고 목이 자유롭게 돌아가는 전기 스탠드(gooseneck lamp)-햇빛을 사용하는 경우 선택사항  
임, 검정 마커, 검은색 도화지, 종이컵 2개(중간 크기), 물주전자, 자, 가위, 빨대, 덕트 테이프(duct tape), 0.1도 단위까지 읽을 수 있는 실내외용 디지털 온도계



## 이렇게 준비해요

- 학생들에게 다음과 같은 엔지니어링 설계 과정을 따르도록 한다.
- ① 태양열 온수기를 만든다.
- ② 온수기가 수온을 상승시킬 수 있는지 테스트한다.
- ③ 테스트 결과를 온수를 개량하는 데 활용하여 가능한 온도를 최대한 높일 수 있도록 성능을 개선한다.



## 활동 내용

### ❖ 미리 준비하기

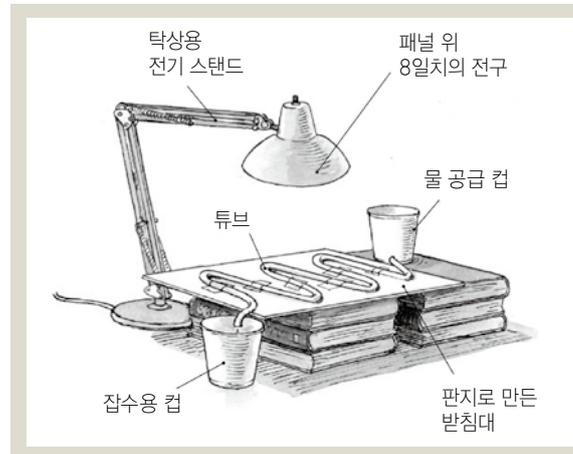
- 활동에 필요한 재료를 미리 준비한다.
- 온수기 모형을 만든다.
- 필요한 경우 학생들이 만든 온수기를 보관할 장소를 정한다.
- 온수기를 작동시킬 때 태양빛을 쓸 것인지 전기스탠드를 사용할 것인지 결정한다.

### 안전 주의 사항

전기 스탠드를 사용하는 경우, 코드와 전구가 물에 닿지 않게 한다. 스탠드 받침이 온수에 닿지 않게 하려면 목이 자유롭게 돌아가는 전기 스탠드를 사용한다. 이것을 사용하면 학생들이 전구를 온수기 위에 쉽게 갖다 놓을 수 있다.

### ❖ 도전과제 소개하기

- 학생들에게 달에서 사용하는 NASA의 태양 에너지 가열 방식을 설명한다.
- 달에서 오래 체류하려면 남극 대륙보다 약 두 배 추운 달의 극한의 온도에서 우주 비행사들을 보호해 줄 집이 필요하다. 가능한 난방 방식 중 하나는 태양열을 사용하는 것이다. 달의 극지 중 일부는 거의 종일 햇빛을 받는다. 이같이 안정된 일조량은 물을 데우는 데 사용할 수 있다. 온수를 만든 후 건물 난방에 사용할 수 있다.
- 학생들에게 온수기 모형을 보여준다.
- 물 공급 컵이것은 여러 종류의 온수기 중 하나이다. 물은 물 공급 컵에서 시작해 튜브를 통해 흘러내려가(중력 작용 때문) 패널(판지로 만든 받침대)에서 데워진 후 튜브 끝을 지나 수집 컵으로 흘러들어간다. 이는 온수기를 만드는 여러 가지 방법 중 하나에 불과하다. 성능을 개선하기 위해 설계를 변경할 수도 있다. 이렇게 테스트에 기반을 두고 설계를 개선하는 것을 엔지니어링 설계 과정이라고 한다.



### ❖ 도전과제 설계하기

- 튜브와 배경은 무슨 색으로 만들 것인가?
- 학생들에게 검은색은 열을 흡수하고 흰색은 열을 반사한다는 사실을 알려준다.
- 튜브 속을 흐르는 물의 속도는 얼마나 빨라야 하는가?
- 물이 열을 흡수하는 시간이 길수록 그만큼 온도가 더 올라간다. 학생들은 유속을 늦춤으로써 더 많은 열을

흡수하게 할 수 있다.

- 튜브를 지그재그로 배열하면 태양이나 스탠드의 열을 흡수하는 데 어떤 도움을 받을 수 있는가?
- 튜브 안의 물에 빛이 비치는 시간이 길수록 그만큼 더 뜨겁게 물을 데울 수 있다. 학생들이 빛이 강한 쪽에 튜브를 배치한다면 물은 더 많은 열을 흡수하게 된다.

#### ❖ 실험하고 재설계하기

- 누수가 발생하는 경우
  - 접합 부위에 테이프를 더 붙이거나 작업을 다시 한다.
- 학생들이 온도 변화 측정법을 잊은 경우
  - 학생들은 주전자 안의 물 온도를 기록해야 한다. 그리고 나서 온수기 꼭대기에 있는 공급 컵에 물을 붓고 물이 튜브를 빠져나올 즈음에 온도를 측정한다.
- 온도 변화가 크지 않은 경우

#### 수온 변화 측정 방법

실내/실외용 디지털 온도계 사용법을 복습하고 시험 전후의 온도를 측정한다. 긴 와이어 끝에 달린 센서는 온도계의 '실외'온도계 부분이다. 차가운 물이 들어 있는 물주전자 속에 담근다. 1분간 또는 '실외' 표시 장치에서 변화가 멈출 때까지 기다린다. '테스트 전' 온도를 기록한다. 스탠드를 켜고 온수기 20cm(8인치) 위쪽에 위치시킨다. 공급 컵을 주전자 물로 채운다. 물이 튜브를 거쳐 집수용 컵에 흘러들어가면 학생들에게 흐르는 물속의 와이어 끝을 붙잡게 한다. 온도 표시를 읽을 때 손이 닿지 않게 한다. 손이 닿으면 체온이 눈금에 영향을 줄 수 있다. '테스트 후' 온도를 기록한다. 학생들은 이 온도를 '테스트 전'온도와 비교해 수온의 변화를 계산할 수 있다.

- 빛을 받는 시간이 더 필요하다. 학생들에게 빛이 강한 쪽에 튜브를 놓게 하고, 튜브 길이를 늘려 유속을 느리게 만든다. 또한 튜브 색깔을 검은색으로 칠하거나 검은색 종이를 튜브 뒤에 깔아 더 많은 열 에너지를 흡수할 수 있게 한다.
  - 튜브가 충분히 길지 않은 경우
    - 튜브 두세 개를 붙여 튜브 길이를 늘린다.
  - 튜브 안에서 유속이 너무 빠른 경우
    - 유속을 줄인다. 테이프 또는 클립으로 튜브를 죄어 통로를 좁게 한다. 또한 물 공급 컵의 높이를 점검한다. 컵의 높이가 튜브 끝보다 높을수록 유속은 더 빨라진다. 유속을 낮추려면 컵 두 개의 높이를 거의 같게 하면 된다.

#### ❖ 결과 토의하기

학생들은 만든 온수기를 서로 보여주고 보면서 각자 발생한 문제들을 어떻게 해결했는지 토의하도록 한다. 다음 질문을 통해 오늘 도전 과제의 핵심 아이디어를 강조한다.

- 우주 비행사들은 태양열 온수기를 어떻게 이용할까?

- 태양열 온수기로 매일 사용하는 물을 데울 수 있다. 온수는 달의 전초지, 온실 및 기타 구조물에 난방을 할 수 있게 해준다.
  - 지금 만든 온수기에서 전도, 대류 및 복사 현상이 일어나는 부분은 어느 곳인가?
- 전도는 튜브가 가열 패널 및 데워진 공기 분자와 직접 접촉하는 부위에서 발생했고, 대류는 태양열 가열 패널(빛을 사용하는 경우에는 빛)이 공기를 데우면 밀도가 낮아져서 위로 상승할 때 발생했다. 복사는 열이 적외선 및 빛을 경유하여 열원으로부터 이동했을 때 발생했다.
  - 태양열 온수기의 어떤 특성이 태양 에너지(빛, 적외선)를 사용해서 물을 데울 수 있게 하는가?
- 주요 특성: 빛을 받기에 적합한 경사 각도의 넓은 표면적, 검은색, 열을 효율적으로 흡수하기 위한 가는 배관, 열손실을 최소화 하기 위한 투명 커버, 절연
  - 엔지니어들의 초기 아이디어가 완벽히 들어맞는 경우는 드물다. 테스트를 하면 왜 설계를 개선하는 데 도움이 되는가?
- 테스트를 통해 무엇을 할 수 있고 무엇을 할 수 없는지를 알 수 있다. 이를 알면 잘 작동되지 않는 부분을 고칠 수도 있고 더 잘 작동하게 만들 수도 있다.
  - 오늘 활동과 관련된 달 탐사에 관한 유인물 뒷면에 수록된 이야기를 읽고 무엇을 알 수 있는가?
- 학생들은 달이 매우 추운 곳이며, NASA에서 어떻게 태양 빛을 이용해 전기를 생산하는지를 배우게 된다.



## 심화 학습

- 빛을 집중시켜 물을 데운다.
  - 학생들에게 파일 폴더나 알루미늄 호일을 사용해 빛을 반사시킴으로써 집중시킨다. 이렇게 만든 반사체를 온수기에 부착하고, 온수기의 평균 온도 변화를 계산한다.
- 온수기를 직렬 연결한다.
  - 학생들이 각자 온수기 테스트에 성공하면 온수기 여러 대를 연결해 물을 통과시킨다. 온수기를 여러 대 사용하면 한 대만 사용했을 때보다 훨씬 더 뜨겁게 물을 데울 수 있을까?
- 태양열 조리 기구를 만든다!
  - 아이들에게 엔지니어링 도전과제를 활용하여 태양열 조리 기구를 만들어본다.
  - 태양 에너지에 관한 TV 프로그램을 시청한다.



## 지도상 유의점

이 활동을 하면서 연계할 수 있는 개념은 다음과 같다.

- 열 전달 : 1)열은 태양/스탠드에서 복사에 의해 튜브로 전달된다. (예: 적외선파 - 아래 내용 참조).  
2)튜브는 직접 접촉함으로써 물에 대한 열을 이동시킨다. (예: 전도)
- 적외선 복사 : 물의 온도를 변화시키는 것은 빛/태양에서 나오는 적외선 전자기 스펙트럼이다.
- 빛의 열에너지 전환 : 특정 형태, 색상, 재료 등은 빛 에너지를 흡수하는 능력이 뛰어나고 이를 열 에너지로 방출한다.
- 중력을 이용한 물 공급 시스템 : 공급 컵을 집수 컵보다 높은 위치에 설치하면 중력이 물을 태양 전지판의 튜브 속으로 밀어낸다.



# 열 느끼기

학년 반 이름

## 도전과제

태양열 온수기를 설계 및 제작하고 온도를 얼마나 변경시킬 수 있는지 알아본다.

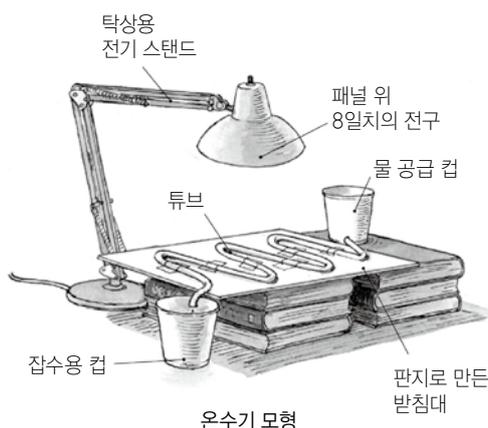


남극보다 더 추운 곳? 달에 도착한 것을 환영합니다! 달에서 살아남으려면 우주 비행사들은 (-157°C)나 되는 극한의 온도로부터 보호받을 수 있는 집이 필요합니다. 이와 같은 집을 따뜻하게 하는 한 가지 방법으로 태양열을 이용해 온수를 만들어 실내로 들여보내는 것이 있습니다.



## 이것이 필요해요

실험을 위한 재료는 아래 그림과 같이 준비해 주세요.  
-알루미늄 호일, 대형 판지(28×43cm<sup>2</sup>), 길이 0.9m의 투명 플라스틱 튜브(바깥쪽 직경: 6mm), 실내용 투광 조명등이 달리고 목이 자유롭게 돌아가는 전기 스탠드(gooseneck lamp) -햇빛을 사용하는 경우 선택사항임, 검정 마커, 검은색 도화지, 물주전자, 종이컵 2개(중간 크기), 자, 가위, 빨대, 덕트 테이프(duct tape), 0.1도 단위까지 읽을 수 있는 실내외용 디지털 온도계



## 생각해요

온수기로 물을 가열할 때

- ① 튜브와 배경은 무슨 색깔로 만들면 좋을까요?
- ② 물이 빛에 노출되면 온도가 따뜻해집니다. 튜브 안의 유속을 얼마나 빠르게 해야 하나요?
- ③ 튜브 속의 물은 어떤 원리로 태양 또는 전구에서 나오는 열을 흡수하는 것일까요? 패털(판지로 만든 받침대) 위에 지그재그로 배열한 튜브가 어떤 역할을 하는 것일까요?



### 활동 순서

- ① 먼저 물을 튜브 속에 흘려 보낸다.  
컵 바닥 가까이에 작은 구멍을 뚫는다. 튜브를 구멍 속에 삽입한다. 두 번째 컵을 튜브의 다른 쪽 끝 밑에 설치한다. 물을 부어 시험해 본다. 누수되는 곳은 모두 밀봉한다.
- ② 그런 다음 온수기를 만든다.  
물이 다량의 열 에너지를 흡수하는 데 도움이 되는 재료를 사용하여 만든다.



### 활동 결과

- ① 온수기를 햇볕이 강한 쪽 또는 스탠드 아래 20cm(8인치)가량 되는 지점에 설치합니다. (안전 점검 사항: 콘센트, 램프 및 전등에 물이 닿지 않게 합니다.)
- ② 주전자의 물 온도를 측정하고 기록합니다.
- ③ 튜브의 아래쪽 끝에서 나오는 물의 온도를 기록합니다.  
시작 시점의 온도 : \_\_\_\_\_ °C  
종료 시점의 온도 : \_\_\_\_\_ °C  
온도 변화 : \_\_\_\_\_ °C





## 평가 및 재설계

온도 변화의 폭을 더 크게 할 수 있습니까? 엔지니어들은 설계를 테스트해보고 테스트를 통해 얻은 지식을 기초로 설계를 개선합니다. 이것을 설계 과정이라고 합니다. 온도 변화가 어느 정도인지 확인하고 온수기를 재설계해봅시다.

- 물에서 더 많은 열을 흡수하도록 함
  - 재료를 튜브의 위아래 또는 튜브 둘레를 휘감아 싼다. 또한 색상을 이용해 물을 데우는 데 도움이 되는 방안을 생각해 본다.
- 유속을 느리게 함
  - 물이 빛에 더 오래 노출되면 더 많은 열을 흡수한다. 튜브 속을 흐르는 물의 유속을 느리게 하는 방법을 생각해 본다.
- 튜브의 길이를 길게 함
  - 튜브가 길면 물이 빛에 노출되는 시간이 그 만큼 길어진다. 두 개의 튜브를 테이프로 붙인다.
- 공기방울이 튜브를 막음
  - 입으로 튜브 속을 불어 공기방울을 제거한다.



## 【읽을 거리】

### 어떤 옷을 입어야 하는가?

무엇을 입어야 할지 고민한 적이 있는가? 달 여행을 한다고 생각하고 짐을 꾸려 보라! 달에서는 기온이 매일 (260℃)를 오르내린다. 낮에는 최고 (121℃)까지 오르고, 밤에는 (-157℃)까지 떨어진다. 지구에서는 공기의 장막, 즉 대기가 안락한 평균 온도인 (16℃)를 유지해 주지만 달에는 열을 붙잡아 주는 대기가 존재하지 않는다. 따라서 달 여행을 갈 때에는 단열 성능이 뛰어난 우주복을 입어야 한다!

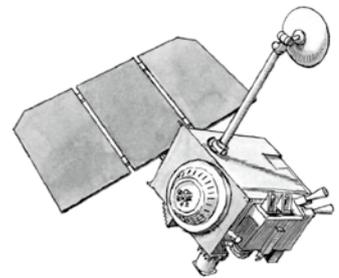
버즈 알드린은 100만 달러짜리 우주복을 입었다(왼쪽). 이 우주복은 달의 극한의 온도에서 그를 보호할 수 있도록 설계되었다.



### 태양 에너지를 이용한 가동

필요한 전기를 스스로 만들어 쓴다. NASA의 LRO 우주선은 우주에서 대형 태양 전지판을 이용하여 햇빛을 전기로 전환한다. 약 1,850W(와트)의 전기를 생산할 수 있는데, 이 정도의 전기는 대형 마이크로 오븐을 가동하기에 충분한 양이다. 그러나 평균적으로 LRO의 전기 사용량은 800W(와트)에 불과하다. 빵 굽는 소형 토스터 한 대를 가동시킬 수 있는 양이다. 잉여 전기는 LRO에 장치된 배터리에 저장된다. LRO가 달 뒤로 가서 그 그림자 속에 들어가면 태양 전지판에서 나오는 에너지를 사용할 수 없게 된다. 이때는 배터리에서 전원을 공급받는다.

NASA의 달 탐사 궤도선(LRO)(오른쪽)은 대형 태양 전지판이 장착되어 있어 햇빛을 전기로 변환시킨다.







발행일 | 2011년 7월

발행처 | 한국항공우주연구원

주 소 | 대전광역시 유성구 과학로 115(어은동 45번지)

전화번호 | 042. 860. 2114, 팩스 042. 860. 2004

홈페이지 | [www.kari.re.kr](http://www.kari.re.kr)