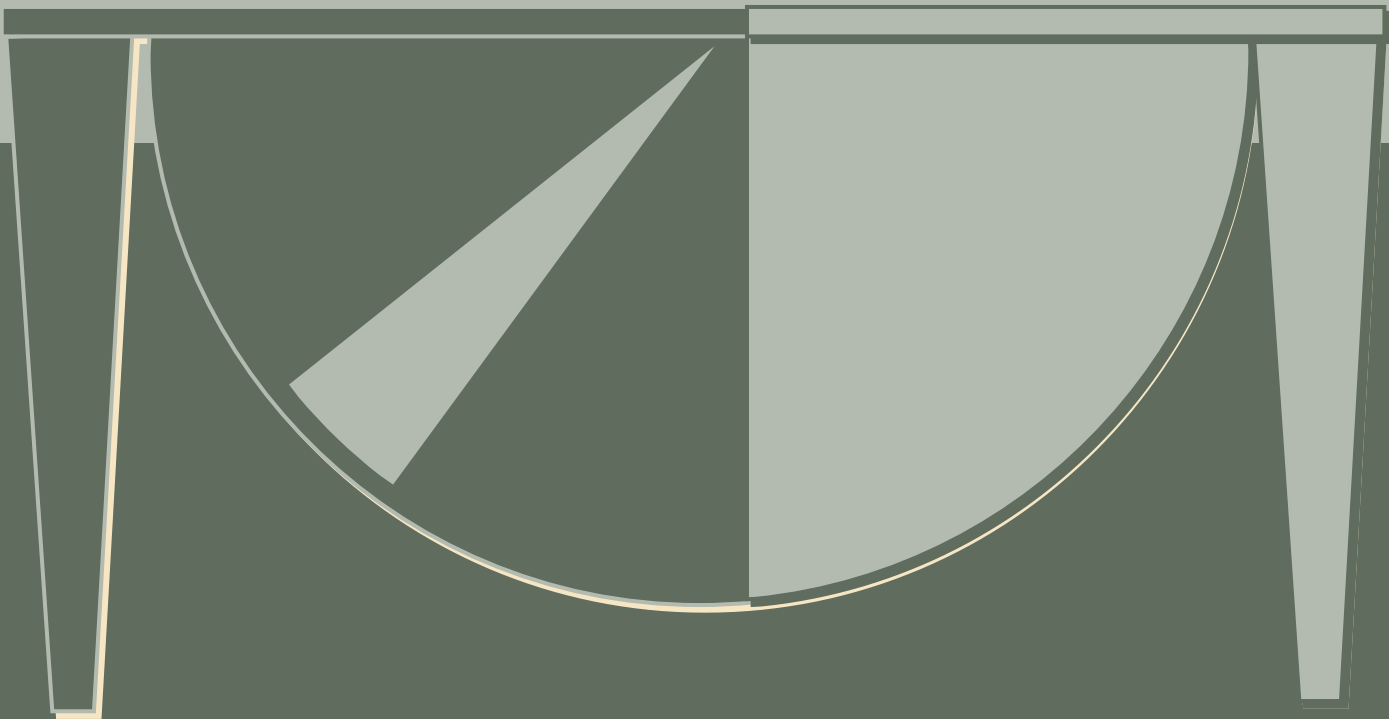


<교사용>

양부일구의 원리 탐구



양부일구의 원리 탐구

교과 연계 단위 - 우주의 탐구 中 해시계의 원리 탐구

학습 목표

1. 양부일구의 각 구조에 대하여 그 기능과 원리를 설명할 수 있다.
2. 위도에 맞는 양부일구 모형을 제작하여 시간을 읽을 수 있다.
3. 일주권과 시간과 역법에 대해 이해하고 말할 수 있다.

I. 발문

- 기계식 시계가 없던 과거에는 어떤 방식으로 시간을 측정했을까?
- 조선시대에 만들어진 양부일구라는 해시계는 어떻게 기능할까?
- 양부일구의 특징은 무엇일까?
- 아침에 눈을 뜬 당신, 당신에게 나무 그루터기 하나와 조각칼 하나가 주어진다면 그 때의 시각을 유추할 수 있겠는가?

II. 개관

사람들은 옛날부터 시각을 측정하기 위해 물시계, 모래시계처럼 다양한 시계를 제작하여 사용했다. 그러나 이러한 시계들은 모두 시간 간격이 일정하지 않다는 단점을 갖고 있다. 옛날 사람들이 보기에 가장 일정한 운동은 천체의 운동이었고, 특히 장시간 볼 수 있고 매일 뜨고 지는 태양은 시각을 측정하기에 좋은 대상이었다.

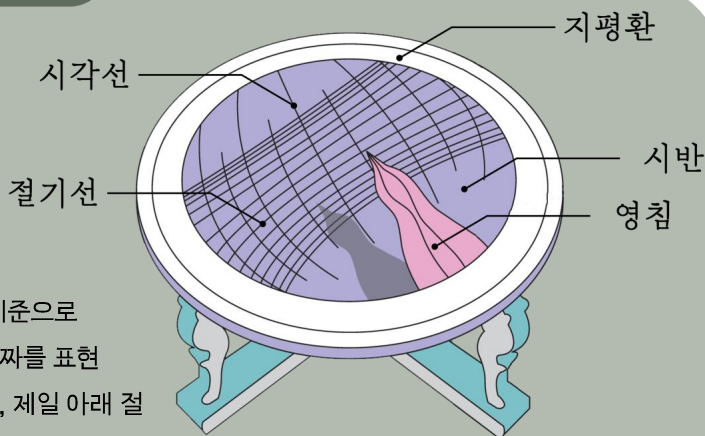
때문에 천체의 운동, 특히 태양의 운동을 이용하여 시각을 확인하였다. 또한 천체 관측만으로 시각을 확인하는데 어려움을 겪는 백성들도 시각을 확인할 수 있도록 ‘양부일구’라는 반구형 해시계를 제작하게 되었다.

양부일구(仰釜日晷)는 세종 16년(1434)에 장영실, 이천, 김조 등이 제작한 해시계이다. 시계판이 가마솥같이 오목하고, 이 솥이 하늘을 우러르고 있다고 하여 붙여진 이름이다. 양부일구 자세히 살펴보기를 통해 양부일구의 생김새를 확인해보자. 또한 다음 페이지의 양부일구 원리 알아보기를 통해 양부일구의 원리를 알아보자.



양부일구 자세히 살펴보기

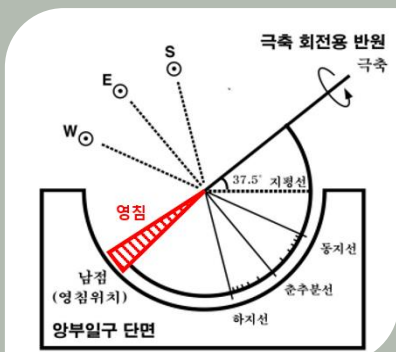
양부일구를 이루는 둥근 그릇은 **시반**이라고 하며, 시계바닥의 역할을 한다. 시반에는 시각선과 절기선이 그려져 있어 시반에 드리운 그림자의 위치를 통해 시각과 날짜를 읽을 수 있다. **시각선**은 이름 그대로 시각을 측정하는 세로선이며 시각선 사이 간격은 15분이다. 중앙의 시각선은 정오이고, 이를 기준으로 서쪽은 오전, 동쪽은 오후이다. **절기선**은 절기, 즉 날짜를 표현하는 가로선이다. 제일 위 절기선의 절기는 하지이고, 제일 아래 절기선의 절기는 동지이다. 절기선 사이의 간격은 황도와 적도가 나란하지 않기 때문에 일정하지 않다. **영침**은 시곗바늘과 같은 역할을 한다. 영침의 그림자가 가르키는 곳의 시각선과 절기선을 통해 시각과 날짜를 확인할 수 있다. **지평환**은 시각과 날짜 정보가 적혀 있는 고리모양 그릇이다.



▲〈양부일구의 구조〉



양부일구 원리 알아보기



▲〈양부일구의 원리〉

모든 천체는 지구의 자전축을 중심으로 하루에 한 바퀴씩 지구의 적도와 평행하게 원을 그리며 일주운동을 진행한다. 그렇기에 이러한 일주운동을 영침 그림자를 통해 시반에 투영하려면 **영침이 항상 천구의 북극을 향하고 있어야 한다**. 그런데 **위도가** 바뀌면 지구의 적도와 지평면이 이루는 각도가 달라지므로 천구의 북극이 달라지게 된다. 이러한 이유로 위도가 달라지면 양부일구의 영침 위치를 비롯한 절기선의 위치도 바뀌어야 한다.

III. 준비물

- 3D 프린터
- 나침반
- 수평계

IV. 과정

(1) 양부일구 출력

사이트에서 실험하고자 하는 지역을 입력한 후 양부일구 3D 모델을 다운로드한다. 그리고 3D 프린터를 이용해 18cm 정도의 크기의 양부일구를 출력한다.

(2) 양부일구 설치

경사가 없는 평평한 바닥에 양부일구를 놓는다. 지면이 평평하지 않은 경우에는 필요에 따라 책상이나 삼각대를 이용하여 양부일구의 수평을 조절한다. 주변에 태양을 가리는 건물이 없도록 넓고 트인 공간에서 실험을 진행한다.

(3) 진북 정렬

나침반을 이용하여 천구의 북극을 찾는다. 양부일구에 표시된 편각 보정선(N0이 쓰인 선이 아닌 지평한 끝까지 그려진 긴 선)을 나침반이 가리키는 북쪽에 맞춰 편각이 보정된 진북 쪽으로 양부일구를 정렬한다.

(4) 기록하기

영침의 그림자 끝이 가리키는 점의 위치를 확인하고 이를 통해 시각과 날짜를 측정한다. 측정한 데이터(시각, 날짜)와 위성시계(스마트폰 시계)로 확인한 데이터(시각, 날짜)를 실험서에 기록한다.



CHECK!

- 양부일구의 수평이 맞도록 수평계를 이용하여 정확하게 설치하였는가?
- 양부일구 영침이 천구의 북극을 가리키도록 올바르게 설치하였는가?
- 측정 중 양부일구의 설정된 위치가 변경되지 않도록 잘 고정하였는가?

(o, x)
(o, x)
(o, x)

※위의 유의점을 잘 지키지 않으면 큰 오차가 발생할 수 있다.

V. 결과 및 토의

(1) 측정 데이터를 기록해보자.

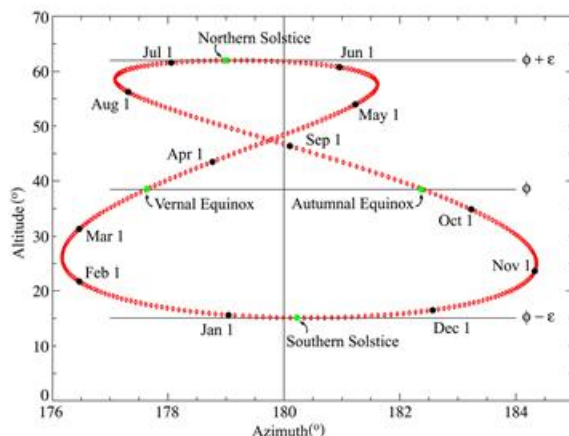
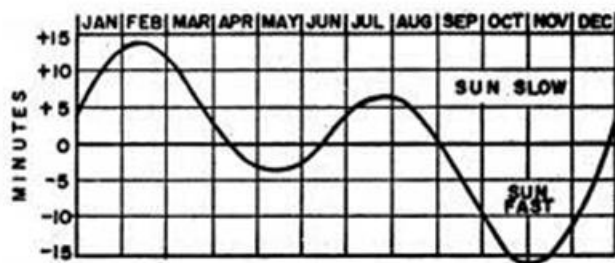
측정 지역 위도	
측정 지역 경도	
측정 지역 편각	

측정 일	
측정 시각	

양부일구를 통해 측정한 시각	
양부일구를 통해 측정한 날짜	

(2) 양부일구를 통해 측정한 값과 위성시계를 통해 확인한 값이 차이가 있는가? 차이가 난다면 그 이유를 군시차를 이용해서 서술해보자.

양부일구를 통해 측정한 날짜와 위성시계를 통해 확인한 날짜의 차이는 거의 없을 것이다. 그런데 시각은 꽤 크게 차이난다. 첫번째 이유는 군시차때문이다. 군시차는 평균태양시와 시태양시의 차이를 의미한다. 우리가 쓰는 시각체계는 평균태양시를 기반으로 한 체계이지만 양부일구를 통해 측정 가능한 시각 체계는 시태양시 기반의 시각체계이기 때문에 차이가 존재한다. 군시차의 원인은 황도와 지구의 적도가 나란하지 않고 지구의 공전궤도가 완벽한 원이 아니기 때문이다.



월별 군시차 값을 표시한 그래프(좌)와 아날렘마 곡선(우). 아날렘마 곡선의 수평 성분이 군시차가 된다.

(3) 한국 천문연구원이 매년 발행하는 역서를 바탕으로 양부일구로 확인한 시각에 군시차를 보정한 후, 위성 시계로 확인한 시각과 비교해보자.

군시차 = (시태양시 - 평균 태양시) 로 계산 가능하다. 따라서 양부일구로 읽은 시태양시에서 군시차를 빼면 평균 태양시 값을 구할 수 있다. 그러나 보정한 후에도 차이가 존재한다.

(4) (3)에서 확인한 시각이 여전히 차이가 나는가? 차이가 난다면 이유가 무엇인지 생각해보고, 보정할 수 있는 방법을 생각해보고, 토의해보자.

여전히 차이가 난다. 그 이유는 우리나라는 UTC+9 시간대를 사용하고 있기 때문이다. 그리니치 천문대를 기준으로 동쪽으로 경도가 15도 커질 때마다 시각을 1시간씩 추가한다. 즉 태양의 특정 자오선 통과를 기준으로 한 평균태양시를 표준시라고 한다. 우리나라의 경우 동경 127도에 위치해서 UTC+8.5가 적절하지만 동경 135도를 기준으로 하는 표준시를 사용한다. 그렇기에 스마트폰으로 본 시각과 군시차를 보정한 양부일구의 시각의 차이가 여전히 존재하는 것이다. 이러한 경도차를 보정해주면 양부일구를 이용해 측정한 시각 역시 위성시계와 같은 시각으로 측정됨을 알 수 있다.

(5) 앙부일구의 받침대를 세 다리 형태로 바꾸었을 때 좋은 점이 무엇일지 수학적 원리와 연관 지어 서술해보자.

기존의 앙부일구 받침대는 직육면체 두 개가 겹쳐 있는 형태이다. 이런 형태의 앙부일구는 3D 프린팅 하였을 때 완벽히 평평하게 인쇄되지 않는다면 수평을 맞추기 힘들다. 그런데 세 다리 형태로 바꾸면 평면 결정 조건에 의해 앙부일구가 서 있을 수 있는 바닥면이 단 한가지로 결정되기 때문에 수평을 맞추기 쉬워진다.

평면의 결정조건

① 한 직선 위에 있지 않은 세 점

② 한 직선과 그 위에 있지 않은 한 점

③ 한 점에서 만나는 두 직선

④ 평행한 두 직선

다양한 평면 결정 조건을 나타낸 것. 앙부일구의 세 다리 형태는 ①을 이용한 것이다.

VI. 내용정리

개관

- 앙부일구 : 반구형 해시계로 태양의 움직임을 통해 시간을 유추할 수 있다.
- 시각선 : 시각을 표시하는 선. 15도씩 차이가 나며, 1시간 간격이다.
- 절기선 : 절기를 표시하는 13개의 선
- 시반 : 시계 바닥의 역할을 하며, 시각선과 절기선이 표시된 반구형 껍데기의 안쪽면
- 영침 : 해시계의 시곗바늘. 영침은 천구의 북극을 가리킨다.
- 지평환 : 절기와 시간의 정보를 표시한 원반

준비물

- 3D 프린터
- 나침반
- 수평계

과정

- (1) 앙부일구 출력
- (2) 앙부일구 설치

- (3) 진북 정렬
- (4) 기록하기

결과 및 토의

- (1) 측정 값을 기록하자.
- (2,3) 균시차에 대해서 이해하자.
- (4) 표준시에 대해서 이해하자.
- (5) 평면 결정 조건에 대해 이해하고 앙부일구에 적용시켜보자.

