

20 년 월 일 요일
 시간 : 장소 : ☀️ 🌈 🌊 🌳 🏠
 학교 학년 반
 번 이름 :

태양관측필름으로 태양관측기를 만들어 태양 및 달과 주변 여러 물체를 관찰하고 '삼각형의 닮음비'를 이용한 비례식으로 태양과 달, 주변 물체의 크기를 측정하여 계산해 봅시다.

heliometer 태양관측기 헬리오미터

실험키트구성

종이 도안 3종 (걸상자, 속상자, 관측카드), 태양관측필름, 사물관측필름, 양면테이프

준비물 가위, 자, 펜

생각해보기

낮에 뜬 태양의 크기와 밤에 보이는 보름달의 크기는 얼핏 비슷합니다. 우리는 실제로 태양이 훨씬 크다는 것을 알고 있는데, 왜 둘의 크기는 우리 눈에 비슷하게 보일까요?
 그것은 지구로부터의 '거리'가 다르기 때문입니다.
 태양은 달보다 훨씬 멀리 때문에 달보다 매우 크지만, 달과 비슷한 크기로 보입니다.

그러면 태양까지의 거리와 달까지의 거리는 각각 얼마일까요?
 검색을 통하여 알아봅시다.

지구-달의 거리 :

지구-태양의 거리 :



개기일식 중의 태양과 달. 크기가 비슷하게 보인다.

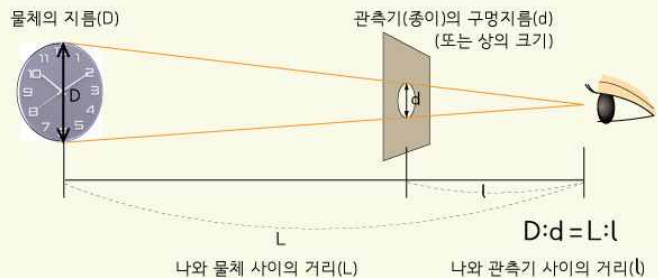
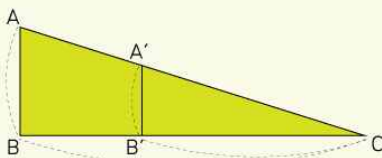
이 거리를 이용하여 실제 태양과 달의 크기를 계산을 통하여 알아낼 수 있습니다.

1. 멀리있는 물체 (또는 태양이나 달)의 지름(D)을 구하려면
2. 우선 관측기 필름 속 상의 크기(d)를 알고,
3. 나(나의 눈)와 물체 사이의 거리(L)와
4. 나(나의 눈)와 관측기 필름 사이의 거리(l)를 알아야 합니다.

위의 세 가지(2번~4번)를 알고있다면 아래와 같이 삼각형의 닮음비를 이용한 비례식을 통하여 물체의 지름(D)을 구할 수 있습니다.

삼각형의 닮음비를 이용한 사물의 크기 측정

서로 닮은 두 삼각형 $\triangle ABC$ 와 $\triangle A'B'C$ 에서
 $AB : A'B' = BC : B'C$

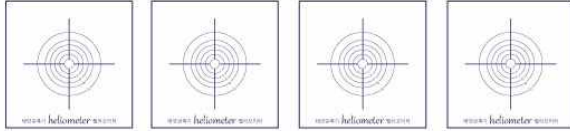


이제, 태양과 달 또는 물체를 관찰할 수 있는 관측기를 직접 만들어보고 필요한 자료를 확보한 다음 비례식을 통하여 그 크기를 구해봅시다.

실험방법

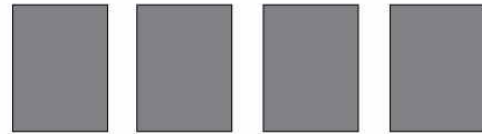
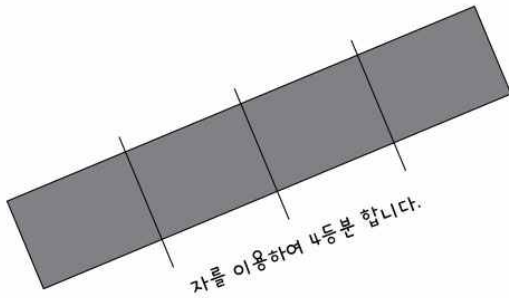
[필름 2종 나누어 가지기] 4개로 나눈 각각의 필름을 각자 나누어가지집니다.(1인 1장씩)

1. 사물관측필름(투명) 나누기 : 4cm*4cm 정사각형 4개가 되도록 나눕니다.



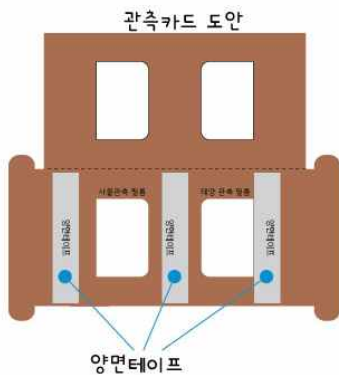
검은 실선을 따라 가위로 자르면 됩니다.

2. 태양관측필름(검정) 나누기 : 3cm*4cm 직사각형 4개가 되도록 나눕니다.



너무 밝아 직접 관찰하기 힘든 태양은 어떻게 관찰해야 할까요?
투과율 0.001%의 필름을 사용하여 관찰하면 시력 손상없이 관찰이 가능합니다.
빛의 10만분의 1만 통과하는 필름입니다.

[관측카드 만들기]



3. 관측카드 도안을 뜯어냅니다.

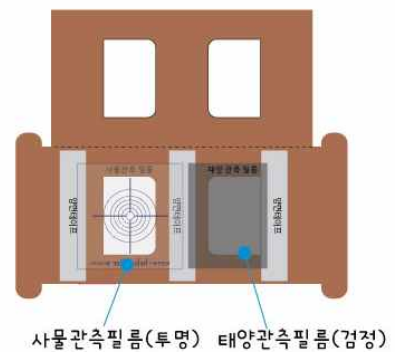
- 4개의 장이 생기도록 점선대로 뜯어냅니다.

4. 도안의 뒷면 양면테이프 자리 세 군데에 양면테이프를 붙입니다.

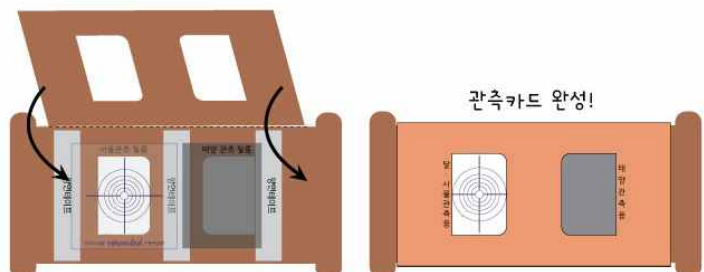
- 양면테이프의 흰색 보호지는 제거하지 마세요.

5. 관측카드 도안에 붙여놓은 양면테이프의 보호지를 제거하고 그림처럼 사물관측필름(투명필름)과 태양관측필름(검정필름)을 붙입니다.

- 위치를 잘 확인하고 두 필름을 붙입니다.
- 사물관측필름을 붙일 때 좌우반전(글씨가 뒤집혀보이도록)이 되어야, 관찰할 때 글씨가 바르게 보입니다.

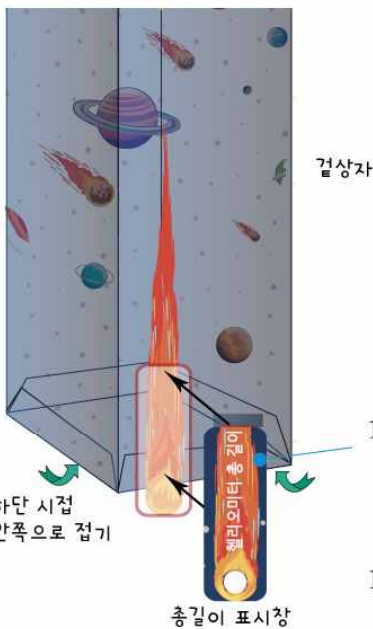
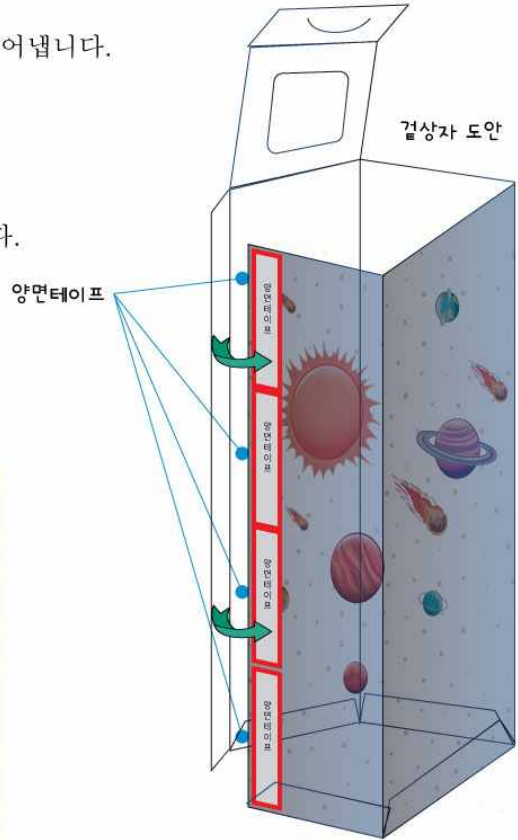


6. 관측카드 도안을 반 접어 잘 눌러서 고정시키면 완성됩니다.



[겉상자 만들기]

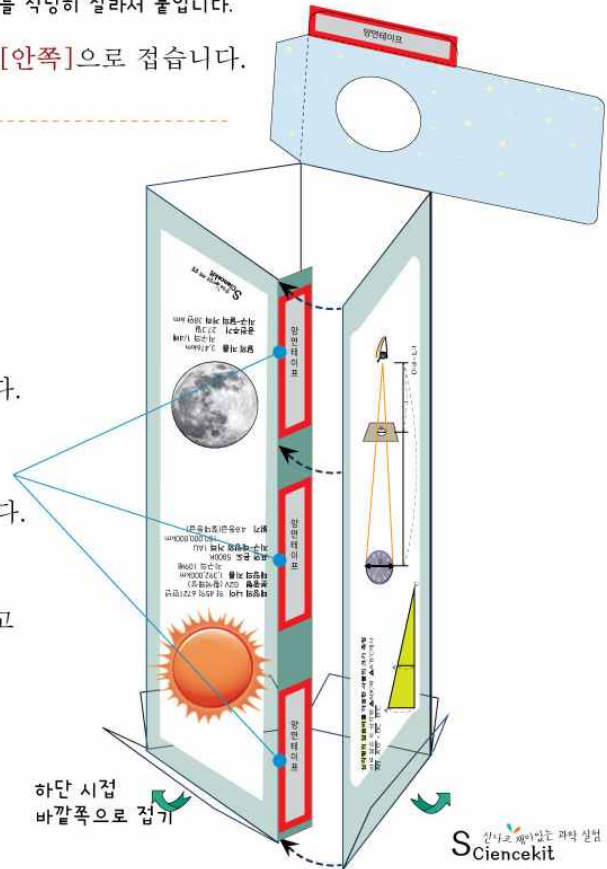
- 7. 겉상자 도안 뜯기 : 겉상자 도안을 뜯어냅니다. 네모난 창도 뜯어냅니다.
- 8. 접는선 접기 : 접는선을 따라 모두 한 번씩 접었다가 펴니다.
- 9. 양면테이프 붙이기 :
도안의 양면테이프 자리 옆면 네 군데에 양면테이프를 붙입니다.
- 10. 상자 모양으로 붙이기 : 양면테이프의 보호지를 제거하고 상자의 양 끝을 붙여 사각 기둥의 모양으로 완성합니다.
 - 옆선을 잘 맞춰 붙입니다.



- 11. 총길이 표시창 **헬리오미터 총 길이** 붙이기 :
총길이 표시창 뒷면에 양면테이프를 붙이고 겉상자의 해당 위치에 붙입니다.
 - 양면테이프의 사이즈를 적당히 잘라서 붙입니다.
- 12. 상자 하단의 시접을 **[안쪽]**으로 접습니다.

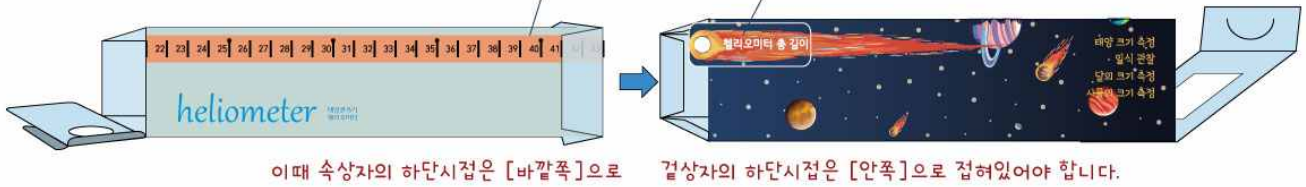
[속상자 만들기]

- 13. 속상자 도안 뜯기 : 속상자 도안을 뜯어냅니다. 동그란 창도 뜯어냅니다.
- 14. 접는선 접기 : 접는선을 따라 모두 한 번씩 접었다 펴니다.
- 15. 양면테이프 붙이기 :
도안의 양면테이프 자리 세 군데에 양면테이프를 붙입니다.
- 16. 상자 모양으로 붙이기 : 양면테이프의 보호지를 제거하고 상자의 양 끝을 붙여 기둥의 모양으로 완성합니다.
- 17. 상자 하단의 시접을 **[바깥쪽]**으로 접습니다.



[헬리오미터 완성하기]

18. 겹상자 속에 속상자 넣기 : 속상자의 길이표시 '자'가 있는 면과 헬리오미터 총 길이 창이 만나도록 그림처럼 상자를 잡고 속상자를 겹상자 속으로 잘 끼웁니다.



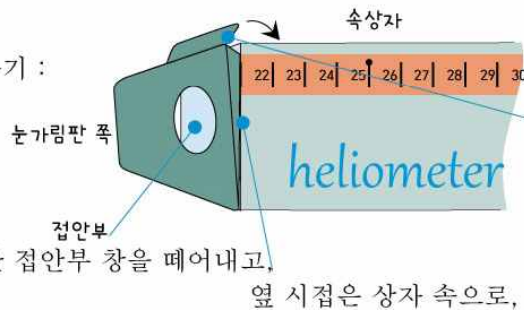
이때 속상자의 하단시점은 [바깥쪽]으로 겹상자의 하단시점은 [안쪽]으로 접혀있어야 합니다.

- 속상자가 잘 움직이는지 두 상자를 양손으로 잡고 앞뒤로 움직여 봅니다.



각 상자를 잡고 끝까지 당기면 접어놓은 시점이 만나 걸리면서 빠지지 않도록 설계되었습니다.

19. 눈 가림판 세우기 :

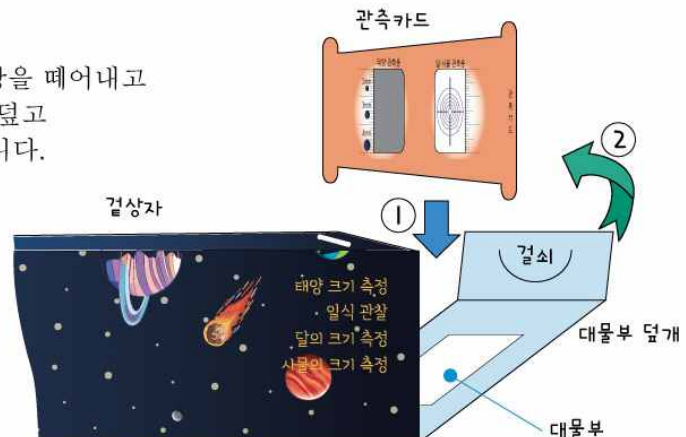


윗 시점은 양면테이프로 상자 겉에 붙입니다.

- 상자의 방향을 그림처럼 잡고, 양면테이프 보호지를 제거하여 상자에 붙입니다.

20. 관측카드 설치 : 겹상자의 네모난 대물부 창을 떼어내고 관측카드를 꽂은 상태로 대물부 덮개를 덮고 반달모양 걸쇠를 구멍에 걸어 걸착시킵니다.

- 관측카드 방향을 잘 살핍니다. 눈금이 있는쪽이 겹상자 안쪽을 바라보도록 꽂습니다.



[헬리오미터 관측하기 I]

I. 태양 관찰

- 반드시!! 태양관측필름을 통해 관찰합니다.
맨 눈으로 관찰하면 태양이 매우 밝아 눈을 손상시킵니다.
관측하지 않는쪽 눈은 눈가림판으로 가립니다.

1. 검정색의 태양관측필름이 대물부에 오도록 관측카드를 당겨 조절하고
2. 헬리오미터를 태양방향으로 하여 태양을 관측합니다.
3. 필름에 태양의 상이 맺히면 필름 좌측의 2mm,3mm,4mm 의 원을 참고하여 상의 크기를 측정합니다.

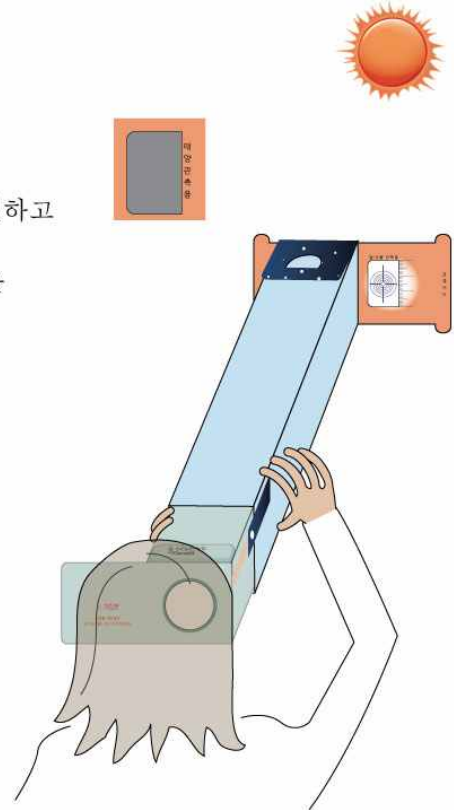
- TIP!! 헬리오미터의 총 길이를 33cm로 고정하고 측정해봅시다!

관측된 상의 크기: _____ mm d

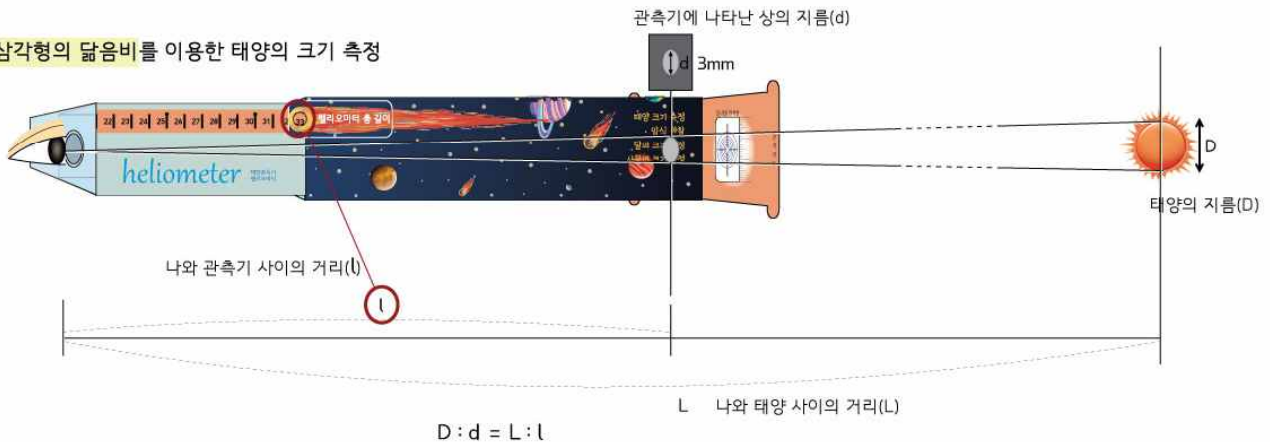
지구-태양의 거리: _____ km L

헬리오미터 총 길이: _____ cm l

헬리오미터의 총 길이는 동그란 표시장에 나타난 숫자입니다.



삼각형의 닮음비를 이용한 태양의 크기 측정



계산해보기

헬리오미터의 총 길이가 33cm 인 경우

알려진 태양의 지름 13,920km와 차이가 난다면 그 원인을 생각해봅시다.

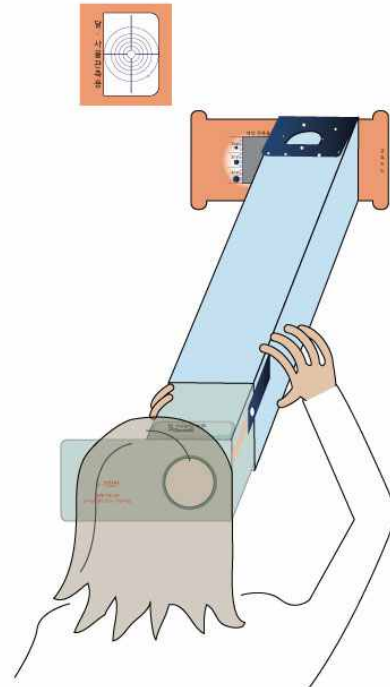
[헬리오미터 관측하기 II]

2. 달 관찰 ● 보름달이 떴을 때 관찰하는 것이 좋습니다.



1. 투명한 사물관측필름이 대물부에 오도록 관측카드를 조절하고
2. 헬리오미터를 달의 방향으로 하여 달을 관측합니다.
3. 필름에 인쇄된 동심원에 달이 맞춤으로 들어오도록 하여 달의 크기를 측정합니다.

● TIP!! 헬리오미터의 총 길이를 33cm로 고정하고 측정해봅시다!



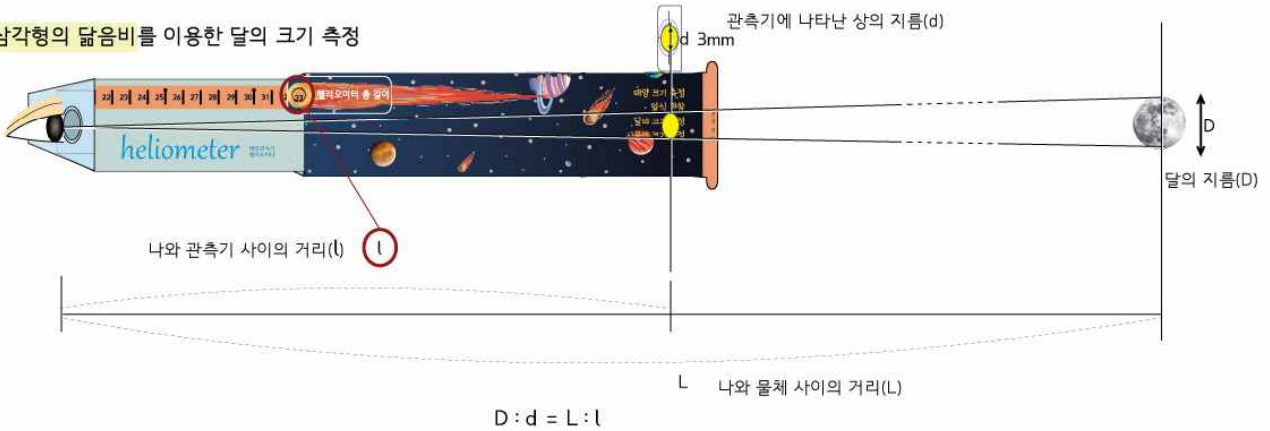
관측된 상의 크기: _____ mm d

지구-달의 거리: _____ km L

헬리오미터 총 길이: _____ cm l

헬리오미터의 총 길이는 동그란 표시장에 나타난 숫자입니다.

삼각형의 닮음비를 이용한 달의 크기 측정



계산해보기

헬리오미터의 총 길이가 33cm 인 경우

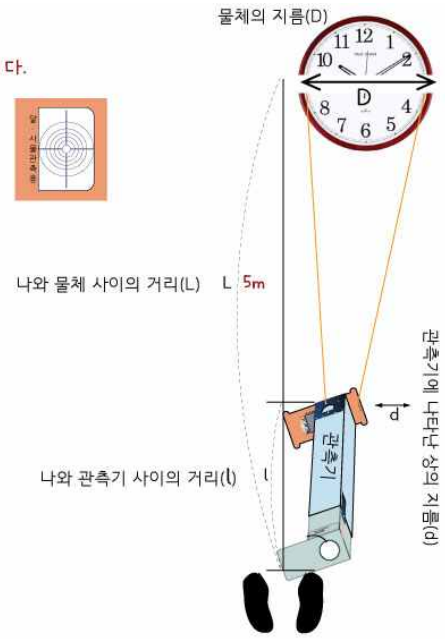
알려진 달의 지름 3,476km와 차이가 난다면 그 원인을 생각해봅시다.

[헬리오미터 관측하기 III]

3. 사물 관찰

- TIP!! 미리 측정되어진 위치에 서서 관측하면 계산이 쉽습니다.
(예를들면 5m거리에 표시하여 관측)

1. 투명한 사물관측필름이 대물부에 오도록 관측카드를 조절하고
2. 헬리오미터로 사물을 관측합니다.
3. 필름에 인쇄된 동심원을 참고하여 사물의 크기를 측정합니다.



[물체이름 : _____]

관측된 상의 크기: _____ mm

물체와 나의 거리: _____ m

헬리오미터 총 길이: _____ cm

헬리오미터의 총 길이는 동그란 표시창에 나타난 숫자입니다.

계산해보기

D : _____ = _____ :

D : d = L : l

D = _____

[물체이름 : _____]

관측된 상의 크기: _____ mm

물체와 나의 거리: _____ m

헬리오미터 총 길이: _____ cm

헬리오미터의 총 길이는 동그란 표시창에 나타난 숫자입니다.



- 그림들은 예시입니다.
교실이나 주변에 여러가지 사물을 관찰할 수 있습니다.

계산해보기

D : _____ = _____ :

D : d = L : l

D = _____

느낀점

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	헬리오미터-태양관측기		실험 원리	삼각형의 닮음을 이용한 태양크기 측정	
실험 시간	30~40분	실험 분야	지구과학	실험 방법	4인 1조, 조별 실험
세트구성물	종이 도안 3종(겉상자, 속상자, 관찰판), 태양관측필름, 사물관측필름, 양면테이프				
교사준비물			학생준비물	가위, 자, 펜	
실험 결과	[헬리오미터-태양관측기] 4개가 완성됩니다.				
실험 팁	<p>TIP 1. 실험과정에서 태양, 달 관찰시 관찰경 총 길이를 '33cm'로 놓고 관찰하면 태양과 달이 대략 3mm로 관측되어, 지름을 계산할 때 실제 크기와 비슷한 값을 얻을 수 있습니다. 눈으로 읽는 오차가 커서 실제값과 비슷하게 유도하기 위한 과정이니, 참고해주세요.</p> <p>TIP 2. 반드시!!태양을 직접 관찰하지 않고, 태양관측필름을 통해서 관찰하도록 지도해주시시오.</p>				

I. 태양 관찰

태양의 정확한 테두리를 눈으로 측정하여 크기를 재는 것은 매우 어렵습니다. 헬리오미터 총 길이를 33cm로 두고 대략 측정하면 태양이 3mm로 관찰되는 경우가 많아 실제값과 유사한 결과를 볼 수 있습니다. 공전궤도상 실제 멀어지거나 가까워지는 경우 관측되는 크기는 달라질 수 있습니다. 이것도 오차의 한 원인입니다.

관찰 결과에 상관없이, 자유롭게 측정하게한 후 오차의 원인을 토론해보는 시간을 가지는 것도 좋습니다.

관측된 상의 크기: 3 mm

지구-태양의 거리: 150만 km

헬리오미터 총 길이: 33 cm

헬리오미터의 총 길이는 동그란 표시장에 나타난 숫자입니다.

계산해보기

헬리오미터의 총 길이가 33cm 인 경우

$$D : 0.3\text{cm} = 150\text{만km} : 33\text{cm}$$

$$D = \frac{150\text{만km} \times 0.3\text{cm}}{33\text{cm}}$$

$$D = 13,636\text{km}$$

알려진 태양의 지름 13,920km와 차이가 나는 원인을 생각해봅시다.

오차의 원인은 다양하게 의견을 물어 진행하시면 됩니다.

예) 실제의 지름과 오차가 발생하는 이유는, 우리가 눈으로 측정하는 과정이 정확하지 않다는 점과 주변 환경에 따라 태양과 달의 바깥선이 명확하지 않은 요인(예: 달무리, 구름 등)이 있기 때문입니다. 또한 지구의 공전궤도에 따라 실제 태양까지의 거리가 조금씩 변하고, 달의 공전궤도에 따라 실제 지구-달의 거리가 변하기 때문입니다.

2. 달 관찰

보름달이 떴을 때 관찰하는 것이 좋습니다.

달의 정확한 테두리를 눈으로 측정하여 크기를 재는 것은 매우 어렵습니다. 달무리가 있는 날에는 더욱 더 큰 오차가 생깁니다. 헬리오미터 총 길이를 33cm로 두고 대략 측정하면 달이 3mm로 관찰되는 경우가 많아 실제값과 유사한 결과를 볼 수 있습니다. 공전궤도상 실제 멀어지거나 가까워지는 경우 관측되는 크기는 달라질 수 있습니다. 이것도 오차의 한 원인입니다.

관찰 결과에 상관없이, 자유롭게 측정하게한 후 오차의 원인을 토론해보는 시간을 가지는 것도 좋습니다.

관측된 상의 크기: 3 mm d

지구-달의 거리: 38만 km L

헬리오미터 총 길이: 33 cm ℓ

헬리오미터의 총 길이는 동그란 표시창에 나타난 숫자입니다.

계산해보기

헬리오미터의 총 길이가 33cm 인 경우

$$D : 0.3\text{cm} = 38\text{만km} : 33\text{cm}$$

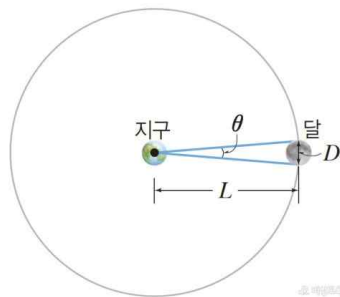
$$D = \frac{38\text{만km} \times 0.3\text{cm}}{33\text{cm}}$$

$$D = 3,454\text{km}$$

알려진 달의 지름 3,476km와 차이가 나는 원인을 생각해봅시다.

달의 크기 측정

1. 달의 각지름(시지름)을 이용하여 달의 크기 구하기



각지름을 이용하여 달의 크기 구하기

1) 원리

원에서 호의 길이는 중심각의 크기에 비례한다.

2) 미리 알아야 하는 값

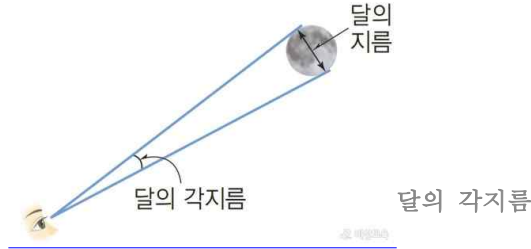
지구에서 달까지의 거리($L \approx 38\text{만 km}$)

3) 측정한 값

달의 각지름($\theta \approx 0.5^\circ$)

※ 각지름(시지름)

관측자가 본 천체의 지름을 각도로 나타낸 것으로, 관측자의 눈과 천체 지름의 양 끝이 이루는 각도이다.



4) 방법

- ① 달의 각지름(θ)을 측정한다.
- ② 비례식을 세워 달의 지름(D)을 구한다.

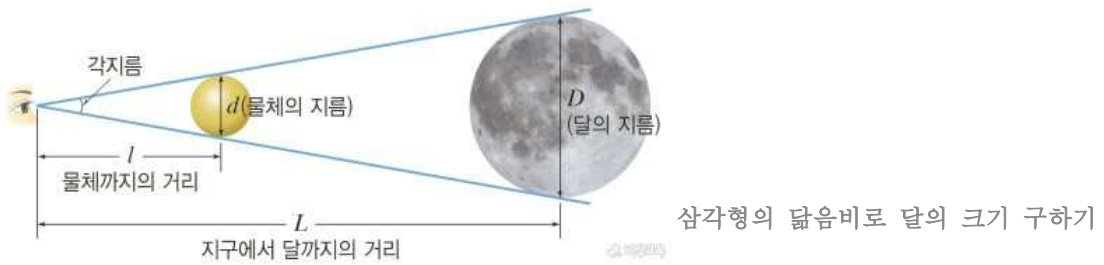
5) 비례식 세우기

지구에서 달까지의 거리(L)를 반지름으로 하는 원에서,

- 달의 지름(D)은 중심각에 해당하는 호의 길이
- 달의 각지름(θ)은 부채꼴의 중심각

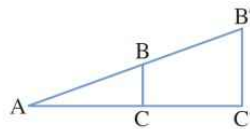
$$2\pi L : D = 360^\circ : \theta \Rightarrow D(\text{달의 지름}) = \frac{2\pi L \times \theta}{360^\circ}$$

2. 삼각형의 닮음비를 이용하여 달의 크기 구하기



1) 원리

서로 닮은 두 삼각형에서 대응변의 길이의 비는 일정하다.



삼각형 ABC와 AB'C'는 서로 닮았다.
 [닮음비] $\overline{BC} : \overline{B'C'} = \overline{AC} : \overline{AC'}$

2) 미리 알아야 하는 값

지구에서 달까지의 거리 ($L=38$ 만 km)

3) 측정한 값

물체의 지름(d), 물체까지의 거리(l)

4) 방법

동전과 같은 둥근 물체를 앞뒤로 움직여 보름달이 가려질 때 물체까지의 거리를 측정한다.



5) 비례식 세우기

눈과 물체의 지름이 이루는 삼각형은 눈과 달의 지름이 이루는 삼각형과 닮은꼴이므로,

→ 물체의 지름(d)의 대응변은 달의 지름(D)

→ 물체까지의 거리(l)의 대응변은 달까지의 거리(L)

$$d : D = l : L \Rightarrow D(\text{달의 지름}) = \frac{d \times L}{l}$$

3. 달과 지구의 크기 비교



지구와 달의 크기 비교

- 달의 크기는 지구 크기의 약 1/4이다.
- 달의 반지름은 약 1,700km이고, 지구의 반지름은 약 6,400km이다. (달의 지름은 약 3,500km, 지구의 지름은 약 13,000km이다.)

출처 [네이버 지식백과] [달의 크기 측정](#) (비상학습백과 중학교 과학 ③)

태양관측필름 정보

미국 Thousand Oaks Optical 사의 Silver-Black Polymer Sheets

제조사 : 미국 Thousand Oaks Optical

색깔 : 태양이 주황색으로 관측 됨 (yellow-orange)

규격 : 30.48 x 21 cm (A4 사이즈) 앞뒤가 은색과 검정색으로, 매우 균일하게 코팅된 필름

투과율 : 0.001% (10만분의 1, ND5)

용도 : 카메라, 망원경, 파인더, 쌍안경 및 일식뷰어용, 태양흑점 및 일식 관측

매우 균일하고 높은 해상도를 제공하며, CE 및 ISO 등 안정성 인증 제품입니다.