

탐구수업 지도자료

- 학 년 중학교 2학년
- 단 원 지구와 별
- 소 단 원 6장 행성
- 제 목 도입
- 대표 저자 최승언(서울대학교)
- 공동 저자 고선영(서울서연중학교)
오영록(경기영덕고등학교)
권홍진(경기퇴계원고등학교)
한주용(서울대학교)
이석우(서울대학교)

이 자료는 서울대학교 과학교육연구소가 교육인적자원부의 과학교육 연구기관으로 지정받아 수행하고 있는 「탐구·실험 중심의 과학교육 활성화를 위한 연구개발 사업」의 일환으로 개발되었습니다.



서울대학교 과학교육연구소

Seoul National University Science Education Research Center



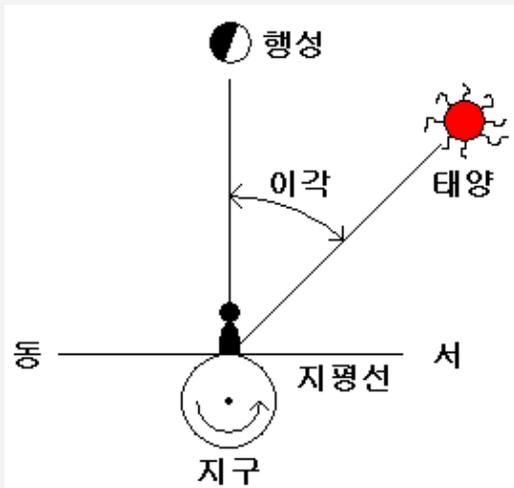
제 6 장

행성

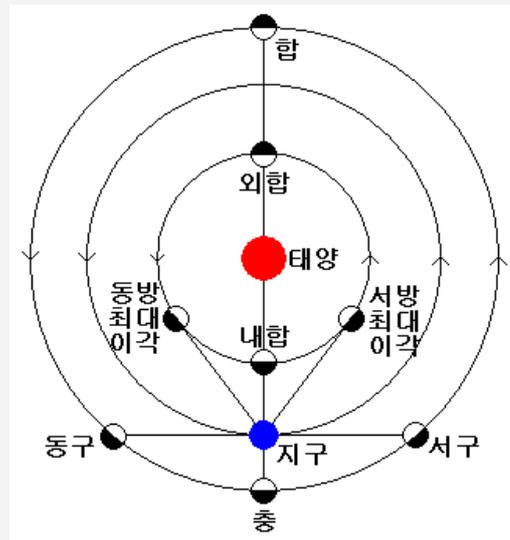
배경지식 넓히기

1. 관측

(1) 지구와 태양과 행성의 상대적 위치



[그림 1] 이각



[그림 2] 행성의 상대적 위치

지구와 태양과 행성의 상대적 위치에 따라 하루 중 행성의 관측 가능시각이 달라진다. 지구에서 태양과 행성에 선분을 그었을 때 그 두 선분이 이루는 각을 이각이라 한다. 이 이각이 클수록 행성을 오랫동안 관측할 수 있으며 이각이 작을수록 관측할 수 있는 시간은 줄어든다.

[그림 1]을 보자. 행성은 태양보다 동쪽에 있고 태양과 행성은 모두 지평선 위에 있다. 태양에 의해 행성은 관측할 수 없는 상황이다. 이 상태에서 지구가 자전하면 태양과 행성이 모두 서쪽으로 움직이는 것으로 관측된다. 지구의 자전이 계속되면 태양이 먼저 서쪽 지평선 아래로 내려가고 행성은 늦게 내려가는데 태양이 진 후부터 행성이 질 때까지 행성을 관측할 수 있다. 즉, 태양과 행성의 떨어진 이각만큼 지구가 자전을 해야 행성이 진다. 이각이 클수록 지구가 많이 자전해야 하므로 관측시간은 길어진다. 지구는 1시간 동안 15° 자전하므로 이각이 30°이면 태양이 진 후 2시간 동안 행성의 관측이 가능하다. 만일 [그림 1]에서 태양과 행성의 위치가 바뀐다면 행성이 먼저 뜨고 태양이 나중에 뜨므로 해



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

뜨기 전에 이각의 시간만큼 행성의 관측이 가능하다. 이각 15°당 1시간씩 관측 가능한 시간을 가지므로 이론상으로는 45°는 3시간, 90°는 6시간, 180°는 12시간 관측할 수 있으나 지구의 자전면이 공전면에 대해 기울어져 있기 때문에 이 시간은 약간씩 변할 수 있고, 일출이나 일몰시의 여명이나 박명에 의해 관측시간이 줄어들 수도 있다.

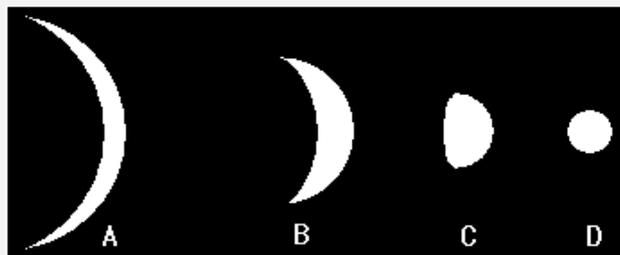
이제 [그림 2]를 보자. 이각에 따라서 행성의 위치를 일컫는 용어가 정해져 있다. 지구에서 보았을 때 태양과 행성이 일직선에 놓이는 경우 이각은 0°이다. 이런 경우를 ‘합’이라 하며 이때는 태양의 빛 때문에 행성의 관측이 불가능하다. 내행성은 합이 되는 경우가 2번이므로 위의 그림에서처럼 ‘내합’과 ‘외합’으로 구분한다. 한편 행성이 태양의 반대편에 있는 경우 이각은 180°가 되며 이때를 ‘충’이라 한다. 이각이 90°를 이루는 경우는 ‘구’라고 부르며 내행성의 이각은 절대 90°를 넘을 수 없다. 내행성의 이각은 결국 어느 한계를 갖는데 그 한계를 ‘최대이각’이라 한다. 내행성은 최대이각에서 관측시간이 가장 길다.

최대이각과 구는 위치상 태양을 중심으로 반대편에서 대칭적으로 나타날 수 있는데 태양을 기준으로 행성이 동쪽에 있으면 ‘동방최대이각’이나 ‘동구’와 같이 ‘동’자를 붙이며 그 반대인 경우는 ‘서’자를 붙인다.

(2) 행성의 관측

① 내행성의 관측

내행성인 수성과 금성은 태양의 반대쪽에 놓일 수 없고 태양 근처에만 있기 때문에 한밤중에 관측할 수 없다. 해진 후 서쪽하늘과 해뜨기 전 동쪽하늘에서만 관측이 가능하다. 내행성 관측의 적기는 최대이각의 위치에 있을 때이다. 수성의 최대이각은 18~27°, 금성은 48° 정도이다. 수성은 최대이각의 위치에 있어도 그 각이 크지 않고 일출 전과 일몰 후의 박명의 영향까지 고려하면 실제 관측은 쉽지 않다. 금성은 수성에 비해 상대적으로 최대이각이 크므로 관측하기에 좋은 내행성이다. 그러나 금성의 표면은 두꺼운 대기에 의해 가려져 있어서 관측하기 힘들기 때문에 위상과 크기변화에 중점을 둔 관측한다. 다음 [그림 3]은 금성의 위상과 크기의 관계를 나타낸다.



[그림 3] 금성의 위상변화

A는 내합 근처, B는 내합과 동방최대이각 사이, C는 외합과 동방최대이각 사이, D는 외합 근처이다. 그러므로 금성의 공전방향을 생각한다면 D→C→B→A의 순서로 위상이 변한다. 금성의 위상과 크기와의 관계를 주의 깊게 살펴보자. 내합 근처가 가장 크고 외합 근처가 가장 작다. 이와 같은 위상과 크기변화는 한 달 정도의 간격으로 관측할 때 알아볼



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

수 있다. 금성의 크기변화를 알아보기 위해서는 같은 배율의 접안렌즈를 사용하여야 한다. 금성의 밝기는 -4등급 정도이므로 관측할 때 너무 눈이 부시면 망원경의 대물렌즈 쪽을 종이로 절반정도 가려서 관측해도 된다.

② 외행성의 관측

외행성의 이각은 0~180°의 값을 가지므로 한밤중에도 관측이 가능하다. 외행성을 관측하기 가장 좋은 시기는 외행성이 지구와 가장 가까운 '충'의 위치에 있을 때이다.

지구에서 가장 가까운 외행성인 화성은 크기가 지구의 절반 정도이므로 자세한 관측을 위해서는 고배율의 접안렌즈를 사용하는 것이 좋다. 화성은 붉은색을 띠며 표면의 지형에 따라 어두운 색을 나타내기도 한다. 그리고 양쪽의 극에는 극관이 존재하는데 화성의 계절 변화에 따라 극관의 크기는 달라진다.

목성을 저배율의 접안렌즈를 사용해서 관측하면 갈릴레오가 발견한 4개의 위성을 확인할 수 있다. 이오는 1.8일, 유로파는 3.6일, 가니메데는 7.2일, 칼리스트는 16.7일의 공전주기를 갖는다. 따라서 목성을 3시간 이상의 간격으로 관측하면 위성의 위치가 변하는 것을 확인할 수 있다. 고배율의 접안렌즈를 사용해서 목성을 관측하면 목성표면의 줄무늬와 대적점을 관측할 수 있으며, 상황에 따라 목성의 위성에 의해 생기는 그림자가 목성표면에 나타나는 현상도 볼 수 있다.

갈릴레오는 토성을 처음으로 관측하고서 귀가 달린 행성이라고 발표했는데 그 귀는 바로 토성의 고리였다. 고배율의 접안렌즈를 사용해서 토성의 고리를 관측하면 고리의 가운데 부분이 검은 색으로 비어 있는데 이것을 '카시니 간극'이라 부른다. 또한 토성의 표면 줄무늬도 고배율에서는 관측이 가능하다. 토성의 위성은 목성의 위성보다 상대적으로 발견하기 힘든데, 이것은 지구에서 볼 때 위성의 궤도가 타원으로 보이기 때문이다. 따라서 토성의 위성 중 가장 밝은 타이탄(약 8.3등급, 공전주기 16일)을 보더라도 토성의 적도면에서 떨어져 보이므로 주위의 다른 별로 착각하기 쉽다. 따라서 2~3일 간격으로 토성을 관측했을 때 움직인 천체가 있다면 그것을 토성의 위성이라고 생각하면 된다.

천왕성은 약 6등급, 해왕성은 약 8등급, 명왕성은 약 14등급으로 이들을 맨눈으로는 보기 어렵기 때문에 위치를 찾기 힘들다. 설령 찾는다 해도 다른 별들과 구별되지 않기 때문에 관측이 어렵다. 그러므로 역서나 천문 프로그램을 사용해서 정확한 위치를 찾아야 하며 행성이라는 확신을 갖기 위해서는 다른 별들과 비교해서 움직임이 있는지를 알아보아야 한다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

2. 행성과 주요 위성의 물리량 자료

	질량 ¹ (지구=1)	적도반경 ² (지구=1)	평균밀도 (g/cm ³)	자전주기	궤도장반경 (AU)	공전주기 (년)	궤도 이심률
수성	0.055	0.382	5.43	58 ^d .65	0.387	0.241	0.206
금성	0.815	0.949	5.25	243 ^d .01	0.723	0.615	0.007
지구	1.000	1.000	5.52	23 ^h .93	1.000	1.000	0.017
화성	0.107	0.532	3.95	24 ^h .62	1.524	1.881	0.093
목성	317.938	11.209	1.33	9 ^h .84	5.203	11.862	0.048
토성	95.181	9.449	0.69	10 ^h .23	9.539	29.459	0.056
천왕성	14.531	4.007	1.29	17 ^h .10	19.191	84.014	0.046
해왕성	17.135	3.883	1.64	17 ^h .80	30.061	164.793	0.010
명왕성	0.002	0.180	2.03	6 ^d .39	39.529	248.540	0.248

1, 2 : 지구의 질량은 5.976×10^{24} kg이고, 적도반경은 6378km이다.

	주요 대기 성분	대기 평균 분자량	표면중력 (m/s ²)	반사율	표면온도 ³ (K)	표면기압
수성	-	-	3.7	0.06	100~700	-
금성	CO ₂ (96%), N ₂ (4%)	43	8.88	0.76	700	95
지구	N ₂ (78%), O ₂ (21%)	29	9.8	0.33	288	1
화성	CO ₂ (95%), N ₂ (3%)	43	3.71	0.16	~218	~0.02
목성	H ₂ (89%), He(6%)	2.2	26.85	0.51	124	-
토성	H ₂ (94%), He(6%)	2.1	11.46	0.50	95	-
천왕성	H ₂ (85%), He(15%)	2.3	9.25	0.66	58	-
해왕성	H ₂ (85%), He(15%)	~2	11.26	0.62	56	-
명왕성	CH ₄ , N ₂	-	0.6	0.5	40	~10 ⁻⁵

3 : 목성형 행성의 경우는 약 0.1기압인 곳에서의 온도

	위성	궤도장반경 (행성반경=1)	경사각 ⁴ (°)	궤도공전 주기(일)	반경 (km)	질량 (행성=1)	평균등급
지구	달	60.27	5.15	27.32	1738	1.2×10^{-2}	-12.7
화성	포보스	2.76	1.02	0.32	$13.5 \times 10.7 \times 9.6$	2.0×10^{-8}	11.3
	데이모스	6.91	1.82	1.26	$7.5 \times 6.0 \times 5.5$	2.8×10^{-9}	12.4
목성	이오	5.91	0.04	1.77	1815	4.7×10^{-5}	5.0
	유로파	9.40	0.47	3.55	1569	2.5×10^{-5}	5.3
	가니메데	14.99	0.20	7.16	2631	7.8×10^{-5}	4.6
	칼리스토	26.37	0.28	16.69	2400	5.7×10^{-5}	5.6
토성	타이탄	20.25	0.33	15.95	2575	2.3×10^{-4}	8.3

4 : 주행성의 적도면에 대한 기울기



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

탐구 활동을 위한 안내

1. 탐구 활동 목록

	제 목	분 류 [성격/ 수준/ 장소]	기 타
활동1	오늘밤 행성은 어디 있을까	관찰/ 일반/ 야외	확장 탐구
활동2	망원경으로 행성을 관찰하자	탐구/ 일반/ 야외	확장 탐구
활동3	금성과 화성에 생명체가 산다면	탐구/ 일반/ 실험실	새 탐구
활동4	그 행성에 가면	탐구/ 일반/ 실험실	확장 탐구



서울대학교
과학교육연구소

2. 선정 이유

- 활동 1.** 행성의 대략적인 위치를 이용해서 행성을 찾고 행성이 위치하는 별자리를 확인하여 성도에 표시하며 육안으로 행성을 관찰하여 다른 별들과의 밝기 비교, 색의 비교를 하는 활동이다. 일정 간격으로 관찰하면 별자리 사이를 움직인다는 것을 알 수 있어 행성의 겉보기 운동과도 연결시킬 수 있다.
- 활동 2.** 천체망원경을 사용해서 행성을 관찰하는 활동이다. 금성, 화성, 목성, 토성을 망원경을 통해 관찰하고 그 특징을 알아본다. 일정 간격으로 행성을 관찰하면 행성의 변화하는 모습이나 위성의 위치 변화 등을 관찰할 수 있어 행성의 운동과 위상의 변화와 연결시킬 수 있다.
- 활동 3.** 생명체가 살기에는 혹독한 금성과 화성의 환경을 이해하고 생명체가 살기 적당한 지구의 환경을 보존해야 한다는 것을 느끼기 위한 활동이다. 또한 학생들이 창조한 생명체가 행성의 환경을 어떻게 변화시키는지 토론할 수 있다.
- 활동 4.** 행성의 특징을 이용해 여행계획을 작성하고 발표하는 활동으로 각 행성의 특징을 정리할 수 있다. 학생들이 세운 계획이 과학적으로 타당한지에 대한 토론을 할 수 있다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소