

역경을 헤치고
별을 향하여

Since 2017

Castellar

지구과학2 N제

2023

떠 내 며

인류 앞에 나타난 새로운 바이러스가 세상의 많은 것들을 바꾸어 놓았지만 여전히 수능 시험지는 매년 우리들에게 새로운 물음표를 던지고, 수험생들은 답안지 위에 1년의 마칩표를 찍어냅니다.

이제는 옛 교육과정이 되어버린 2009 개정교육과정의 지구과학 I 에서 천체 단원은 대부분 수험생이 어려워하고 중요하게 여기는 단원이었으며, 지구과학 I 수능 시험지 위에서 킬러 파트를 주로 받아주던 단원이었습니다. 당시에 지구과학 I 을 학습할만한 양질의 사실 문제집이 없었던 것에 아쉬움을 느낀 저는 고등학교 3학년 때 저의 발목을 잡고 있던 2017학년도 대학수학능력시험이 끝나자마자 오르비북스와 계약을 맺어 수능 수험서 집필을 시작하였고, 이듬해인 2017년에 Castellar 지구과학 I N제를 수험생들의 앞에 처음 공개하였습니다.

반응은 말 그대로 '대박'이었습니다. 제가 한창 활발하게 출판을 하던 2017년~2019년 3년 내내 카스텔라 N제는 수험생들의 호평과 극찬을 받으며 지구과학 I 베스트셀러로 당당히 자리를 잡았고, 고등학교 3학년 교실에서 한 반에 3~4명씩은 이미 풀고 있을 정도로 많은 인기를 얻었습니다. 하지만 2020년부터 수능에 적용된 교육과정에서는 제가 주로 다루던 내용이 지구과학 II로 올라가게 되었고, 저는 이 시기와 군입대가 딱 맞물려 2021학년도 지구과학2 N제 개정판을 집필한 직후에 육군 현역병으로 입대합니다.

그리고 2021년 8월 23일, 저는 '전역'이라는 세상에서 가장 아름다운 글자를 가슴에 품고 다시 사회로 발걸음을 내딛습니다. 제가 병장에 진급했을 때쯤 판매가 종료된 Castellar 지구과학2 N제 2021을 다시 개정하고자 하는 생각이 늘 있었지만, 판매 종료의 사유가 '판매량 저조'였기에 다시 어떻게 해보기가 정말 어려웠습니다. 한때 정말 잘 나가던 베스트셀러 저자가 판매량 저조로 인해 판매 종료를 맞게 된 일은 저에게 상처를 준다거나 할 정도로 심각한 일은 아니었지만, 그래도 무언가 앞으로 나아갈 만한 원동력에 제동을 거는 역할 정도는 한 것 같습니다. 이렇다 할 양질의 지구과학 콘텐츠를 새로 만들어낼 의욕이 없었고, 이미 판매량 저조로 판매가 종료된 Castellar 지구과학2 N제는 어떻게 할 방법이 없었습니다.

그럼에도 불구하고 저의 책을 간절히 찾는 수험생들의 글을 보게됩니다. 모습을 감춘 Castellar 지구과학2 N제를 사려는 수험생들이 오르비에서 보였고, 저에게 직접 쪽지나 이메일을 보내는 분도 많았습니다. 그러한 이메일 중에서 'Pdf 파일이라도 팔아주실 수는 없나요?'라는 내용을 보게 되었고, 그 이후 몇 달에 걸쳐 오르비 전자책(docs) 판매 검토를 진행하게 됩니다. 솔직히 걱정스러웠고, 고민을 정말 많이 했습니다. 종이책을 판매할 당시에도 수많은 불법 스캔 Pdf 판매자들을 잡아냈는데, 이런 상황에서 합법적으로 Pdf 파일을 판매하는 것에 대한 부담감은 엄청났습니다. 사실 이 글을 쓰고 있는 지금도 그렇습니다. 하지만 저에게는 저의 콘텐츠를 갈망하며 재판매를 원하는 분들이 먼저였고, 다시 2년만에 펜을 잡고 친구를 그렸습니다. 저의 콘텐츠를 악용해 불법적인 방법으로 돈을 벌고 싶어하는 사람들이 아닌, 저의 콘텐츠를 이용해 원하는 대학 합격과 꿈을 이루고 싶어하는 선한 수험생들의 미래에 저의 모든 능력을 걸겠습니다.

Castellar 지구과학 N제를 처음 집필한 이후로 행성 지구는 태양을 다섯 바퀴나 돌았고, 그동안 수능이라는 작은 세상에도 적지 않은 변화가 있었습니다. 이러한 변화에 적응해가며 저의 출판물 또한 대대적인 리모델링을 매번 겪어왔고, 수능 콘텐츠를 만드는 저자로서 가지는 자세 또한 매년 조금씩 달라짐을 느낍니다. 새 교육과정을 입힌 수능이 시작된 후 2년만의 출판입니다. 그래서인지 이번 출판에서도 저의 책은 무언가 달라진 모습을 보일 것이고, 이것을 수험생들의 책상 위에 올려놓는 데 있어 사실은 조금의 걱정과 부담이 따르기도 합니다. 하지만 늘 그래왔듯이, 저의 손을 떠나 여러분의 품에 들어간 한 부의 원고는 만족과 호평을 가득 담은 몇 줄의 글들로 저에게 다시 돌아올 것이라 믿겠습니다.

작년 수능에서 3,570명이라는 응시자 수를 기록한 지구과학 II는 여전히 늘 그래왔듯이 극소수가 선택하는 과목입니다. 그만큼 어렵고 척박한 대지 위에서 여러분은 수능을 향해 한 걸음씩 나아가고 있습니다. II과목이라는 무거운 짐을 싣고 수능으로 나아가는 그 무게감을 잘 알고 있습니다. 별들은 지구로부터 매우 멀리 떨어져 있기 때문에, 생성된 후 아직 지구에 도달하지 못한 별빛도 무수히 많습니다. 현재 상황이 어두운 밤하늘처럼 까마득하다 할지라도 언젠간 별빛이 하나둘씩 밤하늘을 수놓을 것입니다. 본 교재를 접하는 수험생들뿐만 아니라, 미래를 위해 현재를 투자하는 모든 수험생들의 하늘 위에 입시 성공이라는 밝은 별이 빛나기를 기원하겠습니다.

감사합니다.

5. 표는 35°N 지역에서 동짓날 자정에 관측한 별 A, B의 지평 좌표를 나타낸 것이다.

	방위각	고도
A	0°	15°
B	0°	45°

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 방위각은 북점을 기준으로 측정한다.) [3점]

<보 기>

- ㄱ. A와 B의 적위 차는 10°이다.
- ㄴ. A의 관측 가능 시간은 6월이 12월보다 길다.
- ㄷ. 춘분날 자정에 관측한 고도는 A보다 B가 높다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12. 다음은 북반구에서 관측 지점의 위도에 따른 별의 일주 운동 차이를 알아보기 위한 탐구이다.

[탐구 과정]

(가) (자료 1)을 이용하여 (자료 2)의 세 관측 지점 P, Q, R에서 주극성, 출몰성, 전몰성에 해당하는 천체의 적위 범위를 각각 구한다.

(나) (가)에서 구한 적위 범위와 (자료 2)의 내용을 바탕으로 P, Q, R에서 나타나는 두 별 A, B의 일주 운동 형태를 파악한다.

(다) (나)에서 파악한 A, B의 일주 운동 형태를 표로 작성한다.

[자료 1]

- 주극성 : 지평선 아래로 지지 않는 별
- 출몰성 : 지평선 위로 뜨고 지는 별
- 전몰성 : 지평선 위로 떠오르지 않는 별

[자료 2]

	P	Q	R		A	B
위도	15°N	35°N	x°N	적위	δ_A	-40°

[탐구 결과]

	P	Q	R
A	출몰성	주극성	☉
B	☉	☌	전몰성

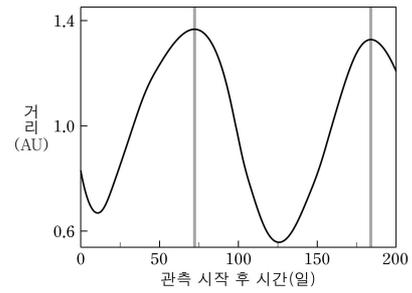
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>

- ㄱ. $+15^\circ < \delta_A < +35^\circ$ 이다.
- ㄴ. ☉과 ☌에 들어갈 말은 모두 '출몰성'이다.
- ㄷ. ☉에 들어갈 말은 '주극성'이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

20. 그림은 태양계 행성 P와 지구 사이의 거리를 200일 동안 관측하여 나타낸 것이다.



P에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- < 보 기 >
- ㄱ. 공전 주기는 0.2년보다 길다.
 - ㄴ. 관측 기간 동안 유를 지나는 시기는 최소 세 번이다.
 - ㄷ. 관측 시작 후 150일에 우리나라에서 초저녁에 관측된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

53. 표는 지구와 동일 평면상에서 같은 방향으로 원운동하는 가상의 태양계 행성 A, B, C의 공전 궤도 요소를 나타낸 것이다. 어느 날 B와 지구 사이의 거리는 3AU이다.

	공전 주기(년)	궤도 반지름(AU)
A	0.5	x
B	()	4
C	64	y

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>

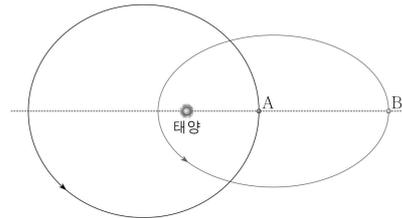
ㄱ. $\frac{y}{x^3} = 64$ 이다.

ㄴ. A에서 관측한 회합 주기는 B가 지구의 $\frac{8}{15}$ 배이다.

ㄷ. 이날로부터 2년 후 B와 지구 사이의 거리는 $\sqrt{17}$ AU이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

68. 그림은 태양과의 평균 거리가 8AU로 동일한 가상의 태양계 행성 A, B의 공전 궤도를 나타낸 것이다. A의 원일점 거리는 11AU, B의 근일점 거리는 2AU이다. 어느 날 A는 근일점에, B는 원일점에 위치한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>

- ㄱ. 평균 공전 속도는 A가 B보다 빠르다.
- ㄴ. 궤도 이심률은 B가 A의 2배이다.
- ㄷ. A와 B는 충돌하지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

73. 표 (가)는 관측 지점 A와 B의 위치를, (나)는 A와 B에서 동시에 관측한 별 S의 지평 좌표를 나타낸 것이다.

	A	B
경도	60°E	90°E
위도	0°	0°

(가)

	A	B
방위각(°)	70	θ
고도(°)	15	h

(나)

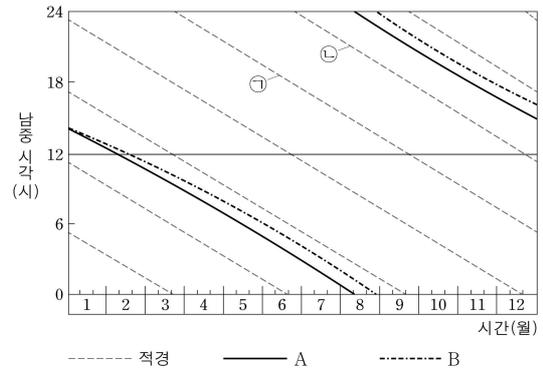
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 방위각은 북점을 기준으로 측정한다.) [3점]

<보 기>

- ㄱ. $\theta + h < 115$ 이다.
- ㄴ. S의 적위는 +20°보다 작다.
- ㄷ. (나)일 때 경도가 45°E인 적도에서 S는 지평선 위에 떠 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

78. 그림은 우리나라에서 어느 한 해 동안 태양계 행성 A, B가 남중하는 시각을 나타낸 것이다. 적경선(---)은 춘분점을 지나는 시간권을 기준으로 하여 6^h 간격으로 나타낸 그때의 적경값이다.

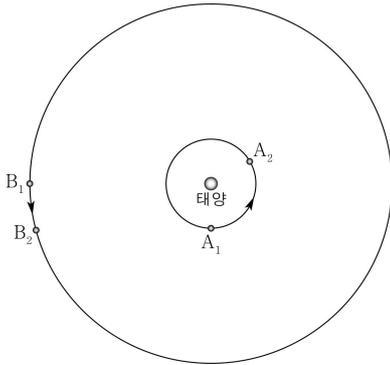


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 적경은 ㉠보다 ㉡이 크다.
 - ㄴ. 2월 한 달 동안 적경 변화량은 $A < B < \text{태양}$ 이다.
 - ㄷ. 8월에 지구와의 거리는 A가 B보다 가깝다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

83. 그림은 행성 A, B가 공전하는 모습을 나타낸 것이다. $\sqrt{3}$ 년 동안 A는 A_1 에서 A_2 로 전체 궤도 면적의 $\frac{1}{3}$ 을, B는 B_1 에서 B_2 로 전체 궤도 면적의 $\frac{1}{24}$ 을 쓸고 지나간다.

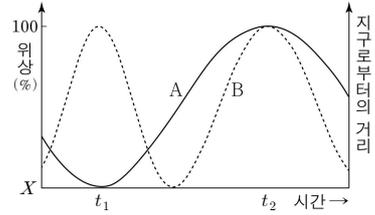


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 동일 평면상에서 원운동한다.)

- <보 기>
- ㄱ. A에서 관측한 B가 합에 위치할 때, A와 B 사이의 거리는 15AU이다.
 - ㄴ. B에서 관측한 A의 시지름은 B_1 보다 B_2 에서 크다.
 - ㄷ. A와 B 사이의 회합 주기는 $3\sqrt{3}$ 년보다 짧다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

98. 그림은 태양계 행성 P의 위상과 지구로부터의 거리를 시간에 따라 순서 없이 A와 B로 나타낸 것이다. 위상(%)은 삭일 때를 0, 망일 때를 100으로 나타낸다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 위상을 나타낸 것은 B이다.
 - ㄴ. $X=0$ 이다.
 - ㄷ. $t_1 \sim t_2$ 기간 동안 우리나라에서 매일 해가 진 직후에 관측한 P의 고도는 계속 높아진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

역경을 헤치고
별을 향하여

Since 2017

Castellar

지구과학2 N제 해설

2023

정답표

Castellar 지구과학2 N제 2023

1		2		3		4		5	③
6		7		8		9		10	
11		12	⑤	13		14		15	
16		17		18		19		20	③
21		22		23		24		25	
26		27		28		29		30	
31		32		33		34		35	
36		37		38		39		40	
41		42		43		44		45	
46		47		48		49		50	
51		52		53	⑤	54		55	
56		57		58		59		60	
61		62		63		64		65	
66		67		68	⑤	69		70	
71		72		73	⑤	74		75	
76		77		78	③	79		80	
81		82		83	①	84		85	
86		87		88		89		90	
91		92		93		94		95	
96		97		98	①	99		100	

19^h ~ 20^h인 시기(C)에 더 작습니다. 따라서 우리나라에서 밤의 길이는 B보다 C일 때 길다. 이렇게 B와 C일 때 태양의 적경을 각각 계산해봤는데, C일 때는 '충'과의 시간 차이가 커서 그런지 태양의 적경을 계산하기 좀 번거로울 수 있습니다. 어차피 태양의 적경을 엄청 정확히 구해야 하기보다는 태양의 적위만 비교해주면 되는 문제이므로 이렇게 한번 생각해봅시다.

B일 때 태양의 적경이 약 1^h ~ 2^h이고, 위치는 '춘분점보다 살짝 동쪽'입니다. 따라서 이때 태양의 적위는 0보다 약간 큼니다. B와 C 사이의 시간 차이가 13주이고, 이를 '개월'로 환산하면 약 3개월입니다. 따라서 C일 때 태양은 천구상에서 '춘분점과 동지점 사이(정확히는 동지점보다 살짝 동쪽)'에 위치한다는 것을 빠르게 파악해볼 수 있습니다. B와 C일 때 태양의 천구상 위치가 각각 '춘분점보다 살짝 동쪽'과 '동지점보다 살짝 동쪽'이므로 적위의 대소를 비교하기 쉽습니다. 당연히 B보다 C일 때 더 작습니다.

5. [정답] : ③

[저자의 말] 대충 생각하고 풀면 낚이기 쉬운 선지들로 구성된 문항입니다. 하지만 주어진 조건들을 바탕으로 조금 더 치밀하고 꼼꼼하게 사고하며 푼다면 정답을 고를 수 있도록 출제하였습니다.

ㄱ. A와 B의 방위각(북점 기준)이 모두 0°이므로, A와 B는 모두 북쪽 하늘의 자오선 상에 위치합니다. 따라서 고도를 바탕으로 쉽게 적위를 구할 수 있습니다. 여기서 두 별의 고도 차가 30°만큼이라서 단순히 적위 차도 30°라고 생각하신 분들이 있을 것입니다. 하지만 그림 5-1과 같이 자오선을 따라 자른 천구의 단면을 그려보면 적위 차를 정확히 파악할 수 있습니다.

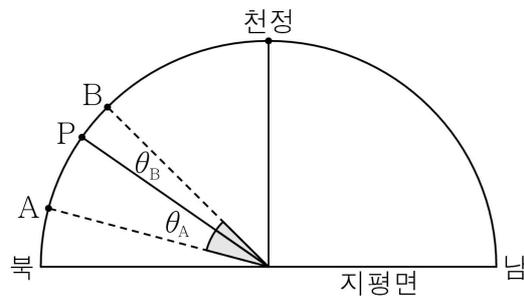


그림 < 5-1 >

우선 관측 지점의 위도가 35°N이므로 북극성(P)의 고도는 35°입니다. 이때 별 A의 고도가 15°이므로 '북극성과 A가 이루는 각(θ_A)'은 20°가 되고, A의 적위는 ($+90^\circ - \theta_A$)와 같기 때문에 +70°가 됩니다. 마찬가지로 원리로 B의 고도가 45°임을 파악하여 '북극성과 B가 이루는 각(θ_B)'이 10°임을 알 수 있고, B의 적위는 ($+90^\circ - \theta_B$)와 같기 때문에 +80°가 됩니다. 따라서 A와 B의 적위 차는 10°입니다.

ㄴ. A의 적경만 보고 대충 풀었다면 틀리기 쉬운 선지입니다. 우선 동짓날 자정에 A와 B는 모두 북쪽 하늘의 자오선에 있습니다.

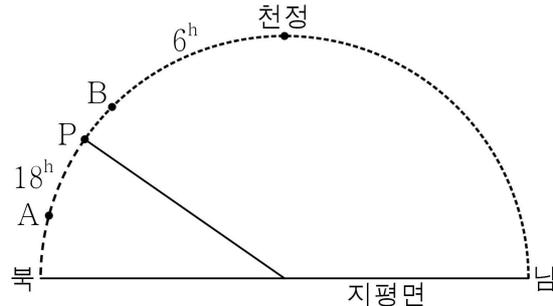


그림 < 5-2 >

이때 A의 고도는 북극성보다 낮고 B의 고도는 북극성보다 높습니다. 따라서 A의 적경은 18^h, B의 적경은 6^h가 됩니다.(그림 5-2 참고) 사실 B의 적경은 ㄴ 선지 해결에 별 필요 없는 정보이지만 A의 적경을 구하는 김에 그냥 한 번 언급해봤습니다. 아무튼, 대부분 여기까지는 큰 문제 없이 잘 파악할 수 있습니다. 하지만 A의 관측 가능 시간을 파악할 때 실수를 많이 했을 겁니다. 일단 별이 관측되기 위한 조건에는 '해당 천체(별 A)가 지평선 위에 떠 있을 것', '태양이 지평선 위에 떠 있지 않을 것' 이렇게 2가지가 있습니다. 따라서 우리나라에서는 일반적으로 어느 별(또는 별자리)의 관측 가능 시간이 가장 긴 시기는 '그 별과 태양의 적경 차가 약 12^h가 되는 시기'라고 많이 파악합니다. 하지만 자료에서 주어진 별 A는 이 지역에서 항상 지평선 위에 떠 있습니다. 즉, 아까 언급한 조건 중 첫째 조건을 항상 만족한다는 의미입니다. 따라서 태양과의 적경 차와는 관계없이, A의 관측 가능 시간이 긴 시기는 '하루 중 태양이 지평선 아래에 위치하는 시간이 긴 시기'가 됩니다. 쉽게 말해, 밤의 길이가 가장 긴 시기가 되는 것입니다. 따라서 A의 관측 가능 시간은 6월보다 12월에 더 깁니다.

ㄷ. 북쪽 하늘에 그려지는 시간권에 대한 오개념을 갖고 있다면 틀리기 쉬운 선지입니다. 어떻게든 틀리게 하려는 저자의 노력이 엿보이는 부분입니다. 우선 ㄷ 선지에서 춘분날 자정이라는 관측 상황을 주었으므로, 35°N에서 춘분날 자정에 해당하는 하늘의 모습을 그려봐야 합니다. 일반적으로 많은 수험생들은 35°N에서 춘분날 자정에 관측한 북쪽 하늘에 시간권을 그릴 때 그림 5-3과 같이 그릴 것입니다. (P는 북극성입니다.)

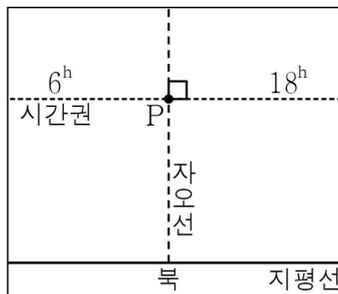


그림 < 5-3 >

결론부터 말하자면 잘못 그린 것입니다. 물론 완전히 틀린 것은 아니지만, 적경이 6^h 인 시간권과 18^h 인 시간권을 지평선과 나란하게 그리면 안 됩니다. 여기서 수험생분들은 '앵? 적경 6^h 차이는 90° 만큼이고 이때 적경이 0^h 인 시간권과 12^h 인 시간권이 지평선에 수직이니까, 적경이 6^h 인 시간권과 18^h 인 시간권은 지평선과 나란한 것 아닌가요?'라는 질문을 할 수 있습니다. 하지만 북쪽 하늘의 모습을 파노라마 사진처럼 넓게 그려보면 그림 5-4와 같습니다.

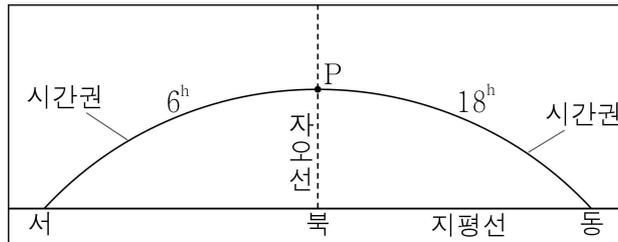


그림 < 5-4 >

아까 보았던 그림 5-3과는 사뭇 다른 느낌입니다. 춘분날 자정에 적경이 6^h 인 시간권은 북극성(P)과 서점을 동시에 지나고 적경이 18^h 인 시간권은 북극성(P)과 동점을 동시에 지나기 때문에, 이 시간권들에 위치한 경우, 고도는 적위가 작아질수록(북극성으로부터 멀어질수록) 낮아집니다. 예를 들어 춘분날 자정에 적경이 6^h 인 경우에는, 적위가 $+89^\circ$ 라면 고도는 약 35° 일 테지만, 적위가 $+1^\circ$ 라면 고도는 거의 0° 에 가까울 것입니다. 따라서 ㄷ 선지를 해결하기 위해서는 A와 B의 적위를 비교하여 그림 5-4와 같은 모습을 바탕으로 고도를 비교해야 합니다. A와 B의 적경은 각각 18^h , 6^h 이고 적위는 A($+70^\circ$)가 B($+80^\circ$)보다 작습니다. 따라서 춘분날 자정에 관측한 고도는 A가 B보다 낮습니다. 아까 본 그림 5-3과 같이 시간권을 그렸다면, '별 A와 B의 고도가 같다.'라는 잘못된 결론을 내을 가능성이 매우 큼니다.

6. [정답] : ①

[분석] 간단하게 A~C의 적도 좌표만 파악하고 넘어가도록 하겠습니다. 하짓날 자정에 A는 천구의 북극과 북점 사이의 자오선에 위치하므로 이때 고도가 최소입니다. 그리고 B와 C는 남쪽 하늘의 자오선에 위치하므로 이때 고도가 최대입니다. 따라서 A의 적경은 이날 태양의 적경과 동일한 6^h , B와 C의 적경은 18^h 가 됩니다.

ㄱ. 일단 편의상 h 가 37° 라고 가정해봅시다. 각도기로 측정해보면 37° 이기 때문입니다. 그러면 북극성과 이루는 각(θ)이 37° 인 별(적위가 $+53^\circ$ 인 별)은 이 지역에서 고도가 최소일 때 북점에 위치하고, 최대 고도는 $h + \theta$, 즉 $74^\circ (=2h)$ 가 됩니다. 그리고 주극성(지평선 위에 항상 떠 있는 별)의 경우,

11. [정답] : ④

[분석] 우리나라에서 태양계 행성이 자오선 부근에서 관측되므로 방향은 남쪽입니다. 18시에 A는 아직 남중하기 전이고 B는 정확하게 남중했습니다. 따라서 A와 B 모두 외행성입니다. 특히 B는 태양과 이루는 이각이 90° 이므로 정확히 동구에 위치합니다.

- ㄱ. B는 추분날 18시에 남중했기 때문에 적경이 18^h 이고, 적위는 약 -23.5° 쯤 될 것입니다. 따라서 이날 적위는 B가 태양보다 작고, 남중 고도는 B가 태양보다 낮습니다.
- ㄴ. A는 추분날 18시에 태양이 딱 지평선으로 지는 순간에 관측하였더니 아직 남중하기 이전입니다. 따라서 이날 충과 동구 사이에 위치하고, 이후 점점 함에 가까워지면서 지구와의 거리가 멀어지며 시지름이 작아집니다. 그러므로 A의 시지름은 3일 후가 이날보다 작습니다. 굉장히 쉬운 선지입니다.
- ㄷ. 일단 문항에서 주어진 상황인 '추분날 18시'에 동지점의 고도가 최대라는 건 다들 아실 겁니다. 이날 B의 적경 또한 18^h 이고요. 문제는 3일 후입니다. 3일 후에도 동일하게 동지점(18^h)의 고도가 최대인 시점이 18시쯤 존재하지만, 이 시기에 동구에 위치한 B는 순행하고 있기 때문에 3일 동안 적경이 증가하여 3일 후 B의 적경은 18^h 보다 큼니다. 따라서 3일 후 동지점의 고도가 최대일 때 B의 방위각은 180° 보다 작습니다.

12. [정답] : ⑤

[저자의 말] 교육과정 개정 전 지1 천체에서는 주극성, 출몰성, 전몰성이라는 용어를 사용하였으나, 현재 지2에서는 직접적으로는 사용하지 않고 있습니다. 다만, 관측 지점의 위도와 천체의 적위를 바탕으로 주극성, 출몰성, 전몰성의 개념을 이용하는 문항은 출제 가능합니다.

[분석] 문제에서 시키는 대로 탐구 과정을 차례대로 진행해봅시다.



그림 < 12-1 >

위도가 θ 인 북반구의 지역에서 주극성, 출몰성, 전몰성의 적위 범위는 그림 12-1과 같습니다. 즉 θ 가 커질수록 (적위 0° 를 중심으로 하여 대칭적으로) 출몰성의 범위가 넓어지고, 그만큼 주극성과 전몰성의 범위가 점점 좁아집니다.

- ㄱ. A의 적위가 정확히 얼마인지 알 수는 없지만, 탐구 결과를 바탕으로 범위는 구할 수 있습니다. P에서 출몰성과 주극성의 경계에 해당하는 적위는 $+75^\circ$ 이고, Q에서 출몰성과 주극성의 경계에 해당하는 적위는 $+55^\circ$ 입니다. 따라서 δ_A 의 범위가 $+15^\circ < \delta_A < +35^\circ$ 라는 설명은 틀렸습니다.
- ㄴ. P에서 출몰성과 전몰성의 경계에 해당하는 적위는 -75° 이고, Q에서 출몰성과 전몰성의 경계에 해당하는 적위는 -55° 입니다. 따라서 적위가 -40° 인 별 B는 P와 Q에서 모두 출몰성에 해당합니다.
- ㄷ. 적위가 -40° 인 별 B가 R에서 전몰성입니다. 따라서 R의 위도는 최소 50°N 입니다. 만약 R의 위도가 50°N 이라면 주극성과 출몰성의 경계에 해당하는 적위는 $+40^\circ$ 가 되며, 위도가 높아질수록 이 값이 점점 작아집니다. ㄱ선지에서 구한 내용을 바탕으로 δ_A 의 범위를 생각해보면 δ_A 는 적어도 $+55^\circ$ 는 됩니다. 따라서 위도가 최소 50°N 인 R에서, 적위가 최소 $+55^\circ$ 인 A는 주극성에 해당합니다.

13. [정답]: ㉟

- ㄱ. 그림을 보면 천구의 북극에서 십자(+) 모양으로 4개의 선이 뻗어져 나와 있는데, 그 중 위쪽(별 A쪽)의 선을 따라 올라가다 보면 황도와 만나는 점이 있습니다. 이 점은 황도 상의 모든 지점들 중에서 적위가 가장 크고, 그 값을 읽으면 약 $+23.5^\circ$ 정도에 해당합니다. 따라서 그림 13-1과 같이, 이 점이 하지점에 해당함을 알 수 있습니다. 이에 따라 별 A가 위치한 시간권의 적경은 6^h , 별 C가 위치한 시간권의 적경은 18^h 가 됩니다. 황도에서 태양이 연주 운동을 할 때는 적경이 점점 증가하므로 그 방향은 ㉞이 됩니다. 만약 ㉟방향으로 연주 운동을 할 경우, 태양의 적경이 점점 감소하게 됩니다.

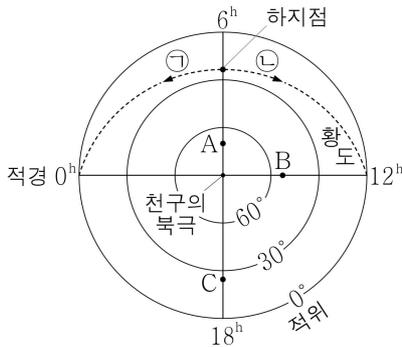


그림 < 13-1 >

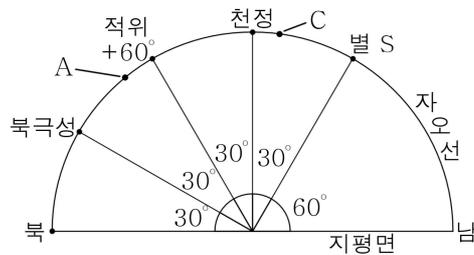


그림 < 13-2 >

- ㄴ. 위도 30°N 에서 관측한다는 선지의 내용에 따라, 그림 13-2와 같이 위도 30°N 에서의 천구를 그려줍니다. (별 A, C가 최대 고도일 때의 위치를 각각 나타냄.) 적위에 따른 최대 고도를 비교할 때는 입체적 천구를 그리는 것보다 그림 13-2와 같이 '자오선을 따라 자른 천구의 단면' 형태로 그리는 것이 더 편한 경우가 많습니다. 우선, 북극성의 고도가 30° 이므로 적위가 0° 인 별 S가 있다고 가정하면 S의 최대 고도는 60° 가 됩니다. 그리고 적위가 $+30^\circ$ 인 별은 최대 고도가 90° , 적위가 $+60^\circ$ 인 별의 최대

20. [정답] : ③

ㄱ. 고작 한 줄을 풀기 위해 많은 개념을 활용하고, 많은 과정을 거쳐야 하는 선지입니다. 우선 P가 내행성인지 외행성인지부터 파악해봅시다. 지구와의 최대 거리가 1.4AU도 되지 않기 때문에 P가 내행성이라는 사실을 알 수 있고, 그림을 보면 회색의 수직선이 2개 있는데 이는 (P가 내행성이든 외행성이든 상관없이) 'P의 회합 주기'라고 해석할 수 있습니다. 이 기간이 100일이 조금 넘는 것을 보고 '아, 외행성의 회합 주기는 1년보다 길어야 하니까 P는 외행성이 아니라 내행성이구나.'라고 생각할 수도 있습니다. 아무튼 결론은, P가 내행성이라는 것입니다.

그러면 내행성인 P의 공전 주기를 계산해봅시다. P의 회합 주기가 주어졌으므로 이를 회합 주기 공식(14번 문항의 해설에서 언급한 '곱빼기 공식')에 대입하면 공전 주기를 구할 수 있겠죠. 근데 '계산'하기에는 주어진 자료가 많이 애매합니다. 정확한 '값'을 준 게 아니기 때문입니다. 그래서 일단 선지에 주어진 '공전 주기 0.2년'을 대입해서 회합 주기가 얼마로 나오는지 봅시다. ... 네, 0.25년이 나옵니다. 이를 '일(Day)'로 환산하면 약 91 ~ 92일 정도가 나오는데, P의 회합 주기는 확실히 100일보다는 깁니다. 내행성의 회합 주기는 공전 주기가 길수록 길기 때문에 P의 공전 주기는 0.2년보다 깁니다. 실제로 P는 수성이며, 수성의 회합 주기는 약 116일, 공전 주기는 약 88일입니다.

ㄴ. P가 내행성이라는 사실은 ㄱ선지의 해설에서 이미 파악했습니다. 내행성은 지구와의 거리가 최소인 내합을 전후로 유를 지납니다. 일단 P의 거리가 최소인 시기는 2번입니다. 그중 첫 번째와 두 번째를 각각 (편의상) 1차, 2차라고 부릅시다. 그냥 제 마음입니다. ... 1차 때는 내합 이전의 '유'가 관측 기간에 포함되는지 애매합니다. 일단 내합을 지나고 난 후의 '유'가 있다는 것까지만 확실히 알 수 있습니다. 그리고 2차 때는 그 전후로 '거리가 최대인 시기'가 존재하기 때문에 내합을 전후로 '유'가 총 2번 존재한다는 것을 확실히 알 수 있습니다. 따라서 관측 기간 동안 P가 유를 지나는 시기는 1차 때 최소 한 번, 2차 때 최소 두 번으로, 더하면 최소 세 번입니다.

ㄷ. 관측 시작 후 125일쯤에 P는 거리가 최소입니다. 따라서 관측 시작 후 150일에는 내합을 지난 이후가 됩니다. 이때 P는 태양보다 서쪽에 위치하여 우리나라에서 주로 오전에 해가 뜰 무렵 동쪽 하늘에서 관측됩니다. 따라서 이때 P가 우리나라에서 초저녁에 관측된다는 설명은 옳지 않습니다.

21. [정답] : ③

[저자의 말] 이미 눈치채셨을지도 모르지만, A와 B의 적경을 시(^h)와 분(^m)으로 나누어서 각자 따로 더하면 C의 적경이 됩니다. ($6^h + 11^h = 17^h$, $36^m + 22^m = 58^m \rightarrow 17^h 58^m$) 별로 중요한 것은 아니고, 그냥 이렇게 한 번 만들어 본 것입니다.

물론 엄청 정교하게 그린 그림은 아닙니다. 절대 '정교하게 그리기 귀찮아서'가 아닙니다. 수험생의 입장에서 그린 것이어야 하므로 대략적으로 그린 겁니다. ... t_1, t_2, t_3 일 때 관측한 금성의 위치를 각각 숫자 1, 2, 3으로 나타내었고, 목성도 마찬가지로 t_1, t_2, t_3 일 때 관측한 위치를 각각 숫자 1, 2, 3으로 나타내었습니다. A는 금성, B는 태양, C는 목성이기 때문에 금성은 t_3 일 때 외합을 지나고, 목성은 t_1 일 때 합을 지납니다. 그림 52-1을 보면 바로 아시겠지만, 금성의 입장에서 본다면 (금성과 목성의 상대적 위치만 생각한다면) t_1 일 때 목성은 서구와 충 사이에 위치하고, t_3 일 때 목성은 충과 동구 사이에 위치합니다. 따라서 $t_1 \sim t_3$ 기간 동안 금성과 목성 사이의 거리가 계속 가까워진다는 설명은 옳지 않습니다. 가까워졌다가 다시 멀어집니다.

53. [정답] : ⑤

- ㄱ. A의 공전 주기가 0.5년이므로 $x^3 = (0.5)^2 = \frac{1}{4}$ 입니다. 그리고 C의 공전 주기가 64년이므로 y 는 16입니다. y 를 구할 때 $64^2 = (8 \times 8) \times (8 \times 8) = (8) \times 2 \times (8) \times 2 \times (8) \times 2$ 라고 생각하시면 편합니다. 아무튼 $\frac{y}{x^3} = 4 \times 16 = 64$ 입니다.
- ㄴ. A의 공전 주기는 $0.5 = \frac{1}{2}$ 년, B의 공전 주기는 (궤도 반지름이 4AU이기 때문에) 8년입니다. 14번 문항의 해설에서 언급된 '곱빼기 공식'으로 손쉽게 계산해봅시다. 'A에서 관측한 B의 회합 주기'는 $\frac{\frac{1}{2} \times 8}{8 - \frac{1}{2}} = \frac{4}{\frac{15}{2}} = \frac{8}{15}$ 년이고, 'A에서 관측한 지구의 회합 주기'는 $\frac{\frac{1}{2} \times 1}{1 - \frac{1}{2}} = 1$ 년입니다. 따라서 A에서 관측한 회합 주기는 B가 지구의 $\frac{8}{15}$ 배입니다.
- ㄷ. 이날로부터 2년 후 지구는 원래의 위치로 돌아오고, 공전 주기가 8년인 B는 90° 만큼 공전한 위치에 있을 겁니다. B의 궤도 반지름이 4AU인데 어느 날 B와 지구 사이의 거리가 3AU라고 했으니 이때 B는 충에 위치합니다. 따라서 2년 후 지구와 B의 상대적 위치는 그림 53-1과 같습니다.

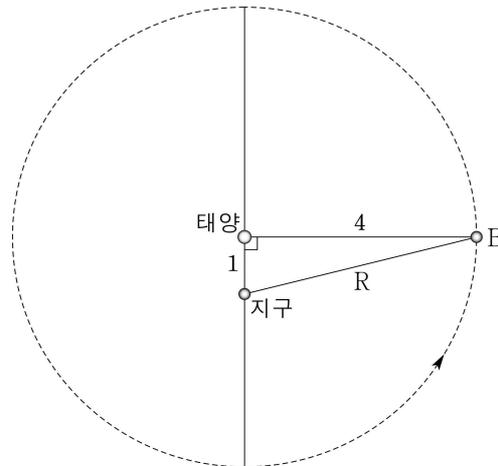


그림 < 53-1 >

어차피 삼각비를 이용한 숫자 계산이니 단위는 일단 깔끔하게 생략했습니다. 피타고라스 정리를 이용하여 R를 구해보면 R는 $\sqrt{1^2+4^2} = \sqrt{17}$ 이 됩니다. 따라서 이때 B와 지구 사이의 거리는 $\sqrt{17}$ AU가 됩니다.

54. [정답] : ④

- ① A가 최대 고도일 때 밤이 시작되고 A가 최소 고도가 되기 이전에 밤이 끝납니다. 따라서 밤의 길이는 12시간보다 짧습니다. 하룻날 태양의 적위는 0° 보다 크기 때문에 북반구에서는 밤의 길이가 12시간보다 짧고, 남반구에서는 밤의 길이가 12시간보다 깁니다. 따라서 관측 지점 P는 북반구에 위치합니다.
- ② A와 B의 고도 변화를 봤을 때, 두 가지 경우를 생각해볼 수 있습니다. 첫 번째는 북반구 중위도에서 관측한 북쪽 하늘의 두 주극성(지평선 아래로 지지 않는 별)인 경우이고, 두 번째는 북반구 고위도 지역에서 관측한 두 주극성인 경우(A와 B가 최대 고도일 때 남쪽 하늘에 위치하는 경우)입니다. 하지만 두 번째의 경우는 A의 최소 고도가 B의 최소 고도보다 낮다는 것을 설명하지 못하므로 탈락입니다. 따라서 첫 번째와 같이 북반구 중위도에서 북쪽 하늘의 두 별 A와 B를 관측한 경우로 해석해볼 수 있습니다. 우선 문제의 발문에서 A와 B의 적위 차가 10° 라고 하였습니다. 북반구 중위도에서 북쪽 하늘에 위치하는 주극성(지평선 아래로 지지 않는 별)들은 적위가 클수록 고도의 변화 폭이 작고 최소 고도가 낮습니다. 따라서 적위는 B가 A보다 크고 A의 최소 고도 h_A 는 B의 최소 고도인 25° 보다 10° 만큼 낮고, B의 최대 고도 h_B 는 A의 최대 고도인 55° 보다 10° 만큼 낮습니다. 따라서 h_A 와 h_B 는 각각 15° , 45° 가 됩니다. 이 둘을 합하면 60° 입니다.
- ③ t_1 과 t_2 일 때 B가 각각 최소 고도와 최대 고도이므로 두 시각의 차이는 12시간이 됩니다. 그림에서

67. [정답] : ①

- ㄱ. 같은 시간 동안 지구는 원궤도를 따라 태양 주위를 2θ 의 각도만큼 공전하고, 행성 P는 지구의 절반인 θ 만큼 공전합니다. 따라서 태양 주위를 한 바퀴 공전하는 데 걸리는 시간은 P가 지구의 2배임을 알 수 있고, 지구의 공전 주기가 1년이므로 P의 공전 주기는 2년임을 알 수 있습니다.
- ㄴ. 교과서나 EBS 교재에서 외행성의 회합 주기의 공식을 설명할 때, 원궤도를 공전하는 지구와 행성이 하루 동안 공전하는 각도의 차이를 바탕으로 공식을 유도합니다. 즉, 하루 동안 지구가 태양 주위를 공전한 각도를 θ_E , 외행성 P가 하루 동안 태양 주위를 공전한 각도를 θ_P , P의 회합 주기(일)를 S라 하면, $S(\theta_E - \theta_P) = 360^\circ$ 가 성립합니다. 즉, $S = \frac{360^\circ}{(\theta_E - \theta_P)}$ 가 성립하는 셈입니다. 자, 그러니까 문제의 자료에서 '지구가 공전한 각도와 P가 공전한 각도의 차'는 절묘하게도 θ 만큼이기 때문에, P의 회합 주기는 $\frac{360^\circ}{\theta}$ 일이 되겠네요? 자, 그러면 ㄴ 선지에 동그라미 ○ 가 절대 아닙니다.
- 문항의 발문을 꼼꼼하게 읽어보았다면, ' 2θ 라는 각도는 지구가 45일 동안 공전한 각도라는 사실'을 알 수 있습니다. 회합 주기 공식을 유도할 때는 지구와 행성이 하루(1일) 동안 공전한 각도를 기준으로 하기 때문에, 회합 주기 S에 '일(day)'이라는 단위를 붙일 수 있는 것입니다. 2θ 라는 각도는 지구가 45일 동안 공전한 각도이기 때문에, P의 회합 주기는 $45 \times \left(\frac{360^\circ}{\theta}\right)$ 일에 해당합니다. 지구의 공전 주기는 약 365일이기 때문에, 실제로 2θ 는 약 45° , θ 는 약 22.5° 에 해당함을 알 수 있습니다.
- ㄱ 선지의 내용과 연관시켜 직접 계산해보는 방법도 있습니다. 만약 ㄴ 선지의 내용이 성립한다면 P의 회합 주기는 약 $\frac{360^\circ}{22.5^\circ}$ 일, 즉 16일 정도가 되어야 하는데, 공전 주기가 2년인 외행성 P의 회합 주기를 직접 계산해보면 2년이므로 ㄴ 선지는 절대로 성립하지 않는다는 것을 알 수 있습니다.
- ㄷ. 주어진 자료는 45일 동안 지구와 행성 P가 공전한 각도를 나타낸 것인데, 처음에 P는 충에 위치합니다. 외행성인 P의 공전 속도는 지구보다 느리기 때문에, 이 기간(45일) 동안에 P는 동구의 위치에 점점 가까워집니다. 처음의 위치일 때는 충, 45일 후에는 P가 '동구와 충 사이'에 위치합니다. 따라서 이 기간 동안 P는 서구로부터 점점 멀어진다고 할 수 있습니다.

68. [정답] : ⑤

[분석] 간단하고 깔끔하게 거리만 표시해주면 되는 것을, 발문에서 복잡하게 글로 설명하고 있습니다. 하지만 어쩔 수 없습니다. 최근에 평가원에서 대부분 이런 식으로 출제합니다. 우선 '태양과의 평균 거리'라는 표현을 살펴봅시다. 단어만 보면 웬지 계산을 해서 산술 평균을 구해야 할 것 같은 느낌이지만,

‘궤도 긴반지름’과 동일한 의미입니다. 궤도 긴반지름이 8AU로 동일하므로 두 행성 모두 근일점과 원일점 사이의 거리가 16AU로 동일합니다. A의 원일점 거리가 11AU이므로 근일점 거리는 5AU이고, B는 근일점 거리가 2AU이므로 원일점 거리가 14AU입니다. 따라서 이심률은 A보다 B가 더 큼니다. (딱 봐도 A보다 B의 궤도 이심률이 더 크게 생기긴 했습니다.)

- ㄱ. 두 행성의 궤도 긴반지름이 동일하기 때문에 공전 주기도 동일합니다. 그런데 이심률은 A가 B보다 작기 때문에 1회 공전하는 동안 이동하는 거리, 즉 궤도 한 바퀴의 길이는 A가 B보다 길입니다. 따라서 평균 공전 속도는 A가 B보다 빠릅니다. 웬지 B의 궤도가 더 날렵하게 생겨서 B의 평균 공전 속도가 빠를 것처럼 생겼지만, 따지고 보면 A가 평균적으로는 더 빠릅니다. 생김새만으로 사람을 함부로 평가하면 안 된다는 교훈을 주는 문항입니다.
- ㄴ. 궤도 이심률은 A가 B보다 작다는 사실을 아까 [분석]에서 다루었는데, 이 선지에서는 정량적인 계산을 요구하고 있습니다. 이심률(e)은 궤도 긴반지름을 a , 초점 거리(=궤도의 중심과 태양 사이의 거리)를 c 라고 하면, $e = \frac{c}{a}$ 와 같은 식으로 구할 수 있습니다. 두 행성의 궤도 긴반지름(a)은 서로 같고 A와 B의 초점 거리(c)는 각각 3AU, 6AU이므로, 이심률은 B가 A의 2배입니다.
- ㄷ. 궤도에 교점이 있는 두 행성의 충돌 여부를 다루는 선지는 이전의 평가원 기출 문항에서도 몇 번 다루었습니다. 이전에는 ‘A와 B가 충돌할 리 없다는 것’이 직관적으로 보였지만, 이 문항에서는 A와 B가 충돌하지 않는다는 것을 조금 더 정확히 확인해야 합니다. 어렵기보다는 다소 귀찮습니다.

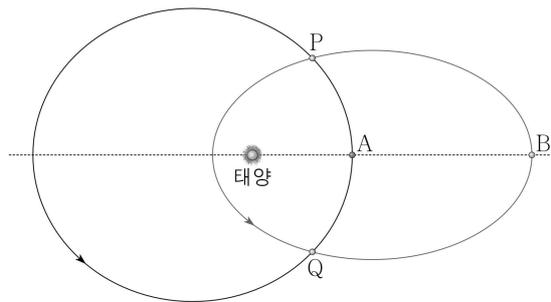


그림 < 68-1 >

우선 그림 68-1에서 두 행성이 충돌할 만한 위치는 P와 Q밖에 없습니다. 만약 두 행성이 충돌한다면 A가 근일점에서 P까지 공전하는 시간과 B가 원일점에서 P까지 공전하는 시간이 같아야 합니다. 그러려면 A의 전체 궤도 면적을 S_A , ‘태양과 A를 잇는 선분이 근일점에서 P까지 쓸고 지나가는 면적’을 S_A' , B의 전체 궤도 면적을 S_B , ‘태양과 B를 잇는 선분이 원일점에서 P까지 쓸고 지나가는 면적’을 S_B' 라고 할 때, $\frac{S_A'}{S_A} = \frac{S_B'}{S_B}$ 이 성립해야 합니다. 하지만 $S_A > S_B$ 이고 $S_A' < S_B'$ 이기 때문에 $\frac{S_A'}{S_A} < \frac{S_B'}{S_B}$ 입니다. 따라서 P에서는 두 행성이 충돌하지 않습니다.

Q의 경우도 마찬가지입니다. A가 근일점에 도달할 때 B는 항상 원일점에 도달합니다. 따라서 이

위치로부터 시간을 되돌려보면 'A가 근일점에서 시간을 거슬러 Q까지 갈 때 쓸고 지나가는 면적'을 S_A' , 그리고 'B가 원일점에서 시간을 거슬러 Q까지 갈 때 쓸고 지나가는 면적'을 S_B' 이라고 할 때 $\frac{S_A'}{S_A} = \frac{S_B'}{S_B}$ 이 성립하지 않기 때문에 Q에서도 충돌하지 않습니다. 따라서 A와 B는 절대 충돌하지 않습니다. 충돌하지 않는다니 정말 다행입니다.

69. [정답] : ④

ㄱ. 이 선지를 틀린 분들은 '관측한 지점이 동짓날 일몰 직후이니까 적경이 18^h인 태양이 서쪽 지평선에 있고, 따라서 이때 적경이 0^h(=24^h)인 시간권이 남중하니까 이때 고도가 53°(적위가 0°)인 별 A는 춘분점 방향에 위치한 별이다.'라고 판단했을 가능성이 매우 높습니다. 하지만 37°N에서 동짓날 일몰 직후에 관측한 서쪽 하늘의 시간권은 그림 69-1과 같이 나타낼 수 있습니다.

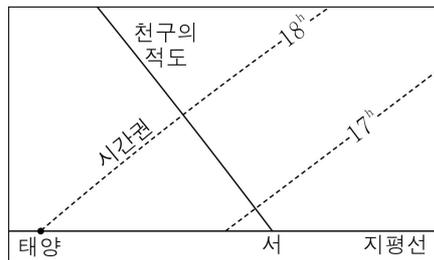


그림 < 69-1 >

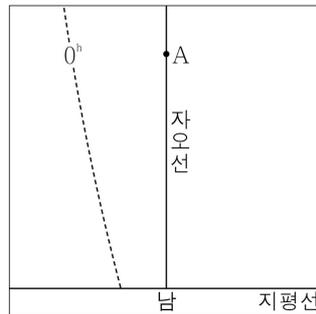


그림 < 69-2 >

이때 그림 69-1에서 서점을 지나는 시간권의 적경은 18^h보다 작고, 이때 남중하는 별들이 위치하는 시간권은 '서점을 지나는 시간권'보다 6^h만큼 동쪽에 위치한 시간권에 해당합니다. 따라서 이때 남쪽 하늘을 관측하면, 적경이 0^h인 시간권은 그림 69-2와 같이 나타납니다. 적경이 18^h이고 적위가 0°인 천구상의 지점이 아직 서점을 지나기 전이기 때문에, 적경이 0^h인 시간권도 아직 자오선을 지나기 전에 해당합니다. 그러므로 이때 방위각이 180°이고 적위가 0°인(∴ 남중 고도=53°) 별 A는 춘분점보다 약간 더 서쪽에 위치합니다. 따라서 A는 춘분점에 위치한 별이 아닙니다.

ㄴ. B의 위치를 나타내면 그림 69-3과 같습니다.

73. [정답] : ⑤

[저자의 말] 적도에서의 관측 상황과 경도 차이에 의한 관측의 차이를 함께 묻는 문항입니다. 적도에서의 관측 상황을 묻는 부분에서는 70번 문항과 유사한 느낌이라서 복습 효과가 있습니다. 그런데 문제지를 풀 때 70번과 73번을 한꺼번에 풀어버리면 두 문제 다 틀렸을 수도 있겠다는 생각이 듭니다.

[분석] A와 B는 경도가 다르지만 위도는 0° 로 동일합니다. 즉 적도에 위치하는데, (나)일 때 A에서 관측한 별 S의 방위각이 70° 이므로 S의 적위는 (+)값을 갖습니다.

ㄱ. 적도에서 관측하면 적위가 (+)인 별은 고도가 높아지는 동안 방위각이 점점 작아지는 모습을 보입니다. (70번 문항의 ㄷ선지 해설 참고) ... 라고 적어 놓았지만 다시 찾으러가기 귀찮은 수험생들의 마음을 잘 알기 때문에, 70번 문항 해설 내용을 조금 다듬어 다시 가져오겠습니다. 수험생분들이 자주 하는 질문 중 하나가 “적도에서는 별이 일주 운동하는 동안 방위각이 일정한 것 아닌가요?”인데, 이 질문에 대한 답변은 그림 73-1을 보면 쉽게 이해할 수 있습니다.

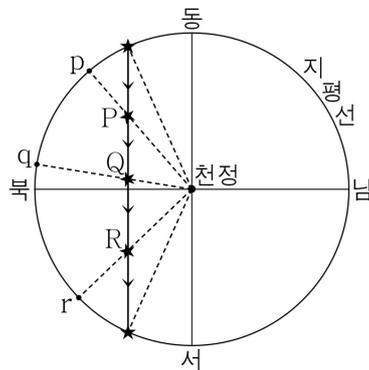


그림 < 73-1 >

그림 73-1은 적도에서 천구를 천정 방향(위쪽)에서 아래로 내려다 본 모습에 해당하고, 적위가 (+)인 어느 별이 지평선에서 뜬 후 일주권을 따라 P, Q, R의 위치를 지나 다시 지평선으로 지는 상황입니다. 이 별이 P에 위치할 때, 이 별을 지나는 수직권과 지평선이 만나는 지평선 상의 지점은 p에 해당하고, 마찬가지로 Q일 때 이 별을 지나는 수직권은 q에서, R일 때는 r에서 지평선과 만납니다. 따라서 이 별이 일주권 상에서 P 위치를 지날 때 이 별의 방위각은 p 지점의 방위각과 동일하고, 마찬가지로 Q일 때 이 별의 방위각은 q 지점의 방위각과 동일하고, R일 때 이 별의 방위각은 r 지점의 방위각과 동일합니다. 그런데 그림 73-1을 보면 p~r의 위치가 모두 다르다는 것을 알 수 있고, 적도에서 적위가 (+)인 별은 지평선에서 뜬 후 고도가 높아지는 동안 방위각이 점점 작아진다는 사실을 알 수 있습니다.

B는 A보다 경도 30° 만큼 동쪽에 위치하기 때문에 별 S는 B에서 고도가 더 높습니다. 따라서 B에서 별 S의 방위각은 70° 보다 작고, 이에 따라 θ 는 70보다 작습니다. 그리고 B에서 별 S의 고도는 45° 보다

낮습니다. “아니, 경도가 30° 만큼 차이가 나니까 B에서 고도는 45° 아닌가요?”라고 물을 수도 있습니다. 적도에서 적위가 0° 인 별은 고도가 1시간에 15° 만큼 증가하지만, 적위가 0° 가 아닌 별은 1시간당 고도 증가량이 15° 보다 작습니다. 바로 시간권이 (지평선과 겹칠 때를 제외하면) 지평선에 나란하지 않고 휘어있기 때문입니다. 5번 문항에서 북쪽 하늘의 시간권이 휘어있었던 것처럼요. 따라서 h 는 45 보다 작습니다. 아까 θ 가 70 보다 작았으니, $\theta+h$ 는 115 보다 작습니다.

- ㄴ. 적위가 $+20^\circ$ 인 별이 적도에서 뜰 때 방위각은 70° 입니다. 그리고 그 별은 고도가 증가하면서 방위각이 점점 작아집니다. (7선지 해설 참고) 그런데 A에서 별 S는 고도가 15° 일 때 방위각이 70° 이므로, 별 S가 뜰 때 방위각은 70° 보다는 크고 90° 보다는 작습니다. 따라서 별 S의 적위는 0° 보다는 크지만 $+20^\circ$ 보다는 작습니다.
- ㄷ. 앞의 7선지 해설 마지막 부분에서 ‘시간권이 (지평선과 겹칠 때를 제외하면) 지평선에 나란하지 않고 휘어있다고 했습니다. 만약 A에서 (편의상) 적경이 6^h 인 시간권이 동쪽 지평선에 겹쳐져 있다고 가정한다면 이때 적위가 0° 이고 적경이 5^h 인 별은 고도가 정확하게 15° 이지만, 적경이 5^h 인 별들 중에서 적위가 0° 가 아닌 별들의 고도는 15° 보다 낮습니다. 별 S의 적위는 0° 가 아닌데 A에서 S의 고도는 15° 입니다. 따라서 이때 S의 적경은 5^h 보다 작습니다. 이때 경도가 $45^\circ E$ 인 적도에서는 적경이 5^h 인 시간권이 동쪽 지평선에 나란히 겹쳐져 있습니다. 하지만 별 S의 적경은 5^h 보다 작기 때문에 이때 지평선 위에 떠 있습니다.

74. [정답] : ③

[분석] (가)와 (나)는 모두 북반구에 위치하고 S의 일주권이 왼쪽 위에서 오른쪽 아래로 이어지는 형태(\backslash)로 나타나기 때문에 관측된 하늘의 방향이 모두 서쪽이라는 사실을 알 수 있습니다. 그리고 일주권은 천구의 적도에 나란하기 때문에 일주권이 지평선과 이루는 각이 작을수록 고위도에 위치한다는 것을 알 수 있고, 이에 따라 (가)가 (나)보다 고위도에 위치한다는 것을 알 수 있습니다.

- ㄱ. (나)에서 S가 지평선 아래로 지는 지점의 방위각(북점 기준)은 265° 입니다. S는 서점보다 남쪽에서 지기 때문에 적위는 0° 보다 작고, 북반구에서 고위도로 갈수록 천구의 적도가 지평선과 이루는 각이 작아지면서 ‘적위가 0° 보다 작은 별’은 지는 지점의 방위각이 점점 작아집니다. 따라서 (나)보다 고위도에 위치한 (가)에서는 S가 지는 지점의 방위각이 265° 보다 작습니다. 즉, A는 265 보다 작습니다.
- ㄴ. 별의 적위를 파악할 때는 천구의 적도에서부터 (그 별을 지나는 시간권을 따라) 별까지 켜 각을 이용합니다. 적도에서는 ‘동점 또는 서점을 지나는 시간권’이 지평선에 나란하기 때문에, ‘적도 좌표계에서 적위를 재는 방향’이 지평선에 나란합니다. 따라서 적도에서 지는 지점의 방위각(북점 기준)이 265° 인 별의 적위는 -5° 에 해당합니다. 하지만 적도에서부터 북반구의 고위도 방향으로 갈수록 ‘적위가 -5° 인

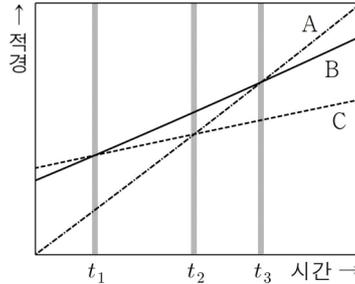
77. [정답] : ②

- ㄱ. 6월 1일의 이각을 보면 A는 88° 이고, B는 129° 입니다. 따라서 A와 B는 모두 외행성에 해당합니다. 그리고 같은 시간 동안 이각 변화량은 A보다 B가 훨씬 크기 때문에 (합, 충, 서구, 동구 등의) 공전 궤도상 위치는 A보다 B가 더 빠르게 변한다는 것을 알 수 있고, 이에 따라 지구와의 회합 주기는 A보다 B가 짧습니다. 외행성의 회합 주기는 공전 주기에 반비례하므로 공전 주기는 A가 B보다 짧습니다. 따라서 공전 궤도 긴반지름도 A가 B보다 짧습니다.
- ㄴ. A와 B 모두 이각이 증가하고 있으므로 6월 1일에 A는 서구 부근에, B는 서구와 충 사이에 위치합니다. 같은 해 하짓날인 6월 21일 무렵에도 A는 서구 부근에, B는 서구와 충 사이에 위치할 것입니다. 따라서 이날 새벽 3시에 우리나라에서 A와 B를 모두 관측할 수 있습니다.
- ㄷ. 3월에 두 행성 모두 태양에 대해 서쪽으로 이동하고 있고, 태양과 두 행성 모두 적경이 증가하고 있습니다. 하지만 태양에 대해 서쪽으로 이동하는 속도는 A보다 B가 빠릅니다. 즉, 태양의 적경 증가에 대해 뒤처지는 상대적인 속도가 A보다 B가 빠른 겁니다. 따라서 3월 한 달 동안 적경 증가량은 A가 B보다 큼니다.

78. [정답] : ③

- ㄱ. 어느 특정 날짜(예를 들어 저자의 생일인 11월 19일)를 잡았을 때, ㉠은 ㉡보다 먼저 남중합니다. 따라서 ㉠의 적경이 ㉡보다 작다는 것을 생각해볼 수도 있는데, 사실 적경의 대소 판단은 적경의 증가&감소 방향성과 관계없이 언제든 대소가 뒤집힐 수 있기 때문에 ㉠과 ㉡의 값을 직접 구해봅시다. ㉠은 추분 무렵에 태양과 동시에 남중하고, ㉡은 동지 무렵에 태양과 동시에 남중합니다. 따라서 ㉠은 12^h 이고 ㉡은 18^h 입니다.
- ㄴ. 2월에 적경을 보면 A보다 B가 더 빠르게 증가합니다. 그런데 태양은 없습니다. …… 가 아니고 사실 있습니다. 바로 남중 시각이 12시인 수평선과 비교하면 됩니다. (실제로 태양의 경우 저렇게 예쁜 직선은 아니고 약간 구불구불한 형태를 띠는데, 그렇게 엄청 휘어진다면 구불구불하지는 않습니다.) 따라서 2월 한 달 동안 적경 변화량은 A가 가장 작고 태양이 가장 큼니다. 이 선지를 풀다 보니 생각나는 문제가 하나 있습니다. 태양, 금성, 목성의 적경 증가 그래프를 비교했던 그 문항, 바로 52번 문항입니다. 좀 유사하지 않은가요?

52. 그림은 세 천체 A, B, C의 시간에 따른 적경의 변화를 나타낸 것이다. A, B, C는 각각 태양, 금성, 목성 중 하나이다.



ㄷ. 같은 기간 동안 남중 시각의 변화는 A가 B보다 빠릅니다. 따라서 태양으로부터 더 가까운 행성은 B입니다. 8월을 보면 둘 다 자정 무렵에 남중합니다. 따라서 두 행성 모두 8월에 충 부근에 위치합니다. 하지만 태양으로부터 궤도가 더 멀리 떨어진 것은 A이므로 충 부근에서 지구와의 거리는 A가 B보다 멎니다. 따라서 8월에 지구와의 거리는 A가 B보다 멎니다.

79. [정답] : ㉓

[저자의 말] 케플러 제3법칙 및 회합 주기 계산에 관한 문항입니다. [분석]의 내용처럼 주어진 조건들을 분석하고 나면 ㄱ~ㄷ 선지들이 한 번에 쉽게 풀리는 구조입니다.

[분석] 우선 B와 C의 회합 주기가 T 로 동일합니다. 태양으로부터의 거리에 따른 (지구와의) 회합 주기의 그래프는 그림 79-1과 같기 때문에, 두 행성 B와 C의 회합 주기가 T 로 동일하다는 사실로부터 'T가 1년보다 길다.'라는 사실을 도출할 수 있습니다.

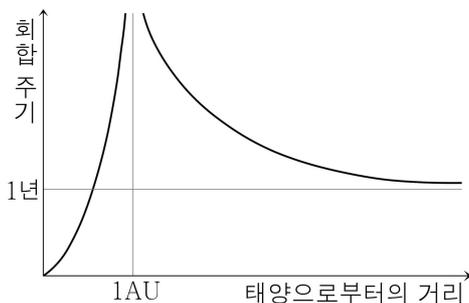


그림 < 79-1 >

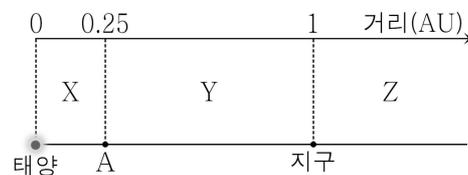


그림 < 79-2 >

그리고 B와 C 중에서 하나는 내행성, 하나는 외행성에 해당하는데, 이 중 내행성인 것을 편의상 α , 외행성인 것을 β 라고 합시다. 회합 주기가 1년인 내행성은 공전 주기가 0.5년이고, 내행성의 회합

82. [정답] : ①

- ㄱ. 표 (나)를 보면 눈에 띄는 점이 두 개 있습니다. 하나는 A의 방위각이 180° 라는 점이고, 또 다른 하나는 B의 고도가 90° 라는 점입니다. 즉 이때 A에서 춘분점은 고도가 최대이고, 적위가 0° 인 춘분점의 남중 고도가 60° 이므로 위도는 30°N 입니다. 그리고 이때 B에서도 춘분점이 90° 로 최대 고도이므로 B는 적도에 위치하고 A와 B의 경도는 서로 같습니다. 따라서 A의 위도는 30°N 이고, 경도는 B와 동일하게 120°E 입니다.
- ㄴ. 표 (가)를 보면 C의 위도가 0° 이므로 적도에 위치한다는 것을 알 수 있습니다. 표 (나)의 C에서 관측한 춘분점의 지평 좌표가 방위각 270° , 고도 60° 이므로 (나)에서 춘분점은 그림 82-1처럼 최대 고도가 된 이후 천정에서부터 30° 만큼을 서쪽으로 일주 운동했다는 것을 알 수 있습니다.

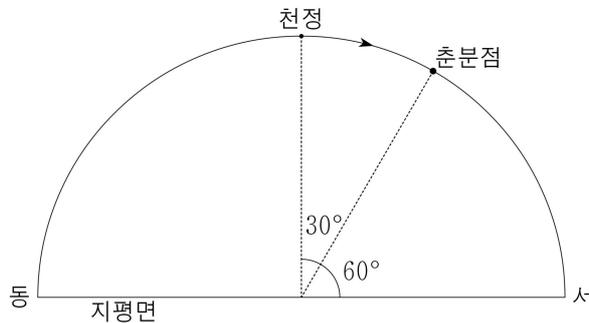


그림 < 82-1 >

표 (나)에서 경도가 120°E 인 적도에 위치한 B에서는 춘분점이 최대 고도인데, 이 시점에 동일 위도상의 C의 입장에서는 '춘분점이 최대 고도가 된 후 2시간이 지난 것'입니다. 따라서 C는 B보다 경도 30° 만큼 동쪽에 위치합니다. 즉, C의 경도는 90°E 가 아니라 150°E 입니다.

- ㄷ. A와 B의 위도는 각각 30°N , 0° 입니다. 따라서 하지점의 최대 고도는 각각 83.5° , 66.5° 가 됩니다. 따라서 하지점의 최대 고도는 A가 B보다 높습니다. 참고로 적도에 위치한 B에서는 천정을 지나는 별의 적위가 0° 이고, 적위가 (+)인 별은 북쪽 하늘에서 고도가 최대가 되기 때문에 하지점은 북쪽 하늘에서 66.5° 고도로 최대 고도가 되며, 하지점의 최대 고도가 90° 인 지역의 위도는 23.5°N 입니다.

83. [정답] : ①

[저자의 말] 그림 사이즈가 조금 큼니다. A의 궤도에 비해 B의 궤도가 커서 그림 사이즈를 너무 줄이면 A의 궤도가 너무 작게 보이기 때문이기도 하고, 그림 속 글자에 아래 첨자까지 있는데 그림 사이즈가 작으면 너무 배려가 없는 것 같아서 사이즈를 조금 키웠습니다.

[분석] $\sqrt{3}$ 년동안 A와 B가 각각 전체 궤도 면적의 $\frac{1}{3}$ 과 $\frac{1}{24}$ 을 쓸고 지나가기 때문에 공전 주기는 각각 $3\sqrt{3}$ 년과 $24\sqrt{3}$ 년입니다. 그러므로 A와 B의 공전 궤도 반지름은 케플러 제3법칙에 의해 각각 3AU와 12AU가 됩니다. (태양계 행성들이 원운동한다고 가정해보면 공전 주기를 t , 궤도 반지름을 r 라고 할 때, 케플러 제3법칙에 따라 $t^2 = r^3$ 이므로 공전 주기 t 는 $r\sqrt{r}$ 년입니다.)

- ㄱ. A와 B의 공전 궤도 반지름이 각각 3AU와 12AU이므로([분석] 참고) A에서 관측한 B가 합에 위치할 때, 즉 두 행성 사이의 거리가 최대일 때 A와 B 사이의 거리는 15AU입니다.
- ㄴ. 두 행성 사이의 상대적 위치를 비교해봅시다. A를 기준으로 A_1 일 때 B_1 은 동구 부근에 위치하고, A_2 일 때 B_2 는 합 부근에 위치합니다. 두 행성 사이의 거리는 각각 아래 첨자가 1일 때보다 2일 때 멀기 때문에, B에서 관측한 A의 시지름은 B_1 보다 B_2 에서 작습니다.
- ㄷ. 일단 회합 주기를 계산해봅시다. 14번 문항에서 언급한 ‘곱빼기 공식’에 대입해서 쉽게 구해보면 회합 주기는 $\frac{24\sqrt{3}}{7}$ 년이 나옵니다. 따라서 회합 주기는 $3\sqrt{3}$ 년보다 깁니다. ... 이렇게 풀어도 좋지만 다른 ‘직관적인’ 방법도 있습니다.

A의 공전 주기가 $3\sqrt{3}$ 년인데, ㄷ선지에서 준 숫자도 $3\sqrt{3}$ 년입니다. A는 $3\sqrt{3}$ 년마다 태양 주위를 한 바퀴 돌아 원래 위치로 돌아오기 때문에, 일단 한 바퀴 돌려봅시다. A가 한 바퀴 도는 동안 B는 $B_1 \rightarrow B_2$ 를 이동한 것의 3배를 공전합니다. 일단 그렇게 한 바퀴 돌려봤는데, 두 행성의 상대적 위치가 처음과 다릅니다. A가 한 바퀴 공전하는 동안 B도 조금 움직였기 때문입니다. 네, 그렇습니다. 우리가 회합 주기를 처음 배울 때 직접 돌려보고 나서 회합 주기의 원리에 대해 이해하던 내용과 비슷합니다. 따라서 B의 움직임까지 고려하여 처음과 같은 상대적 위치에 놓으려면 $3\sqrt{3}$ 년보다 더 긴 시간이 필요합니다. 즉 A와 B 사이의 회합 주기는 A의 공전 주기인 $3\sqrt{3}$ 년보다 깁니다.

84. [정답] : ②

- ㄱ. 36°N 에서 A는 북쪽 하늘에서 관측되고, B는 남동쪽 및 남쪽 하늘에서 관측됩니다. 따라서 적위는 A가 B보다 큽니다.
- ㄴ. A는 20시에 방위각이 357° , 고도가 5° 이므로 이후 점점 고도가 낮아져서 곧 최소 고도가 됩니다. 그런데 22시에 관측한 고도가 5° 보다 높은 7° 입니다. 따라서 A는 20시와 22시 사이에 최소 고도가 되는데, 20시보다 22시에 관측한 고도가 더 높기 때문에 21시에는 이미 최소 고도를 지난 것이 됩니다. 따라서 A는 20시와 21시 사이에 최소 고도가 되며, 이날이 춘분날이므로 A의 적경은 $20^h \sim 21^h$ 가

- ④ 이날은 동짓날이므로(②번 해설 참고) 이날 태양의 적경은 18^h 이고, P는 춘분점보다 약간 동쪽에 위치하기 때문에 적경이 0^h 보다 약간 큼니다. 따라서 이날 P와 태양의 적경 차는 12^h 보다 큼니다.
- ⑤ 이날은 동짓날이므로(②번 해설 참고) 18시에 관측하면 춘분점이 정확히 남중합니다. 자, 이제 그림을 봅시다. 춘분점이 남중했나요? 아니죠? 아직 남중하지 않았죠? 그러므로 관측한 시각은 18시보다 이전입니다. 참고로 실제로 문항을 만들 때는 '동짓날 일몰 직후'를 기반으로 하였습니다.

98. [정답] : ①

[저자의 말] P가 내행성인지 외행성인지, 그리고 A와 B 중에서 어떤 것이 위상이고 거리인지를 하나씩 비교하면서 풀어야 하는 문항입니다. 만약 수능 시험장에서 마주친다면 시간을 많이 잡아먹을 것 같은 문항이라고 생각합니다.

[분석] 일단 P가 내행성인지 외행성인지 판단해봅시다. 아직 어떤 것이 위상이고 거리인지 모르지만, 저와 함께라면 판단할 수 있습니다.

P가 내행성	A가 위상 B가 거리	거리(B)가 최대(외합)인 t_1 일 때, 위상(A)이 최대가 아님 거리(B)가 최소(내합)일 때, 위상(A)이 최소가 아님 위상(A)이 최소(내합)일 때, 거리(B)가 최소가 아님	성립 ×
	A가 거리 B가 위상	거리(A)가 최소(내합)일 때, 위상(B)이 최소가 아님 위상(B)이 최소(내합)일 때, 거리(A)가 최소가 아님 위상(B)이 최대(외합)인 t_1 일 때, 거리(A)가 최대가 아님	성립 ×
P가 외행성	A가 위상 B가 거리	위상(A)이 최소일 때, 거리(B)가 최대임 거리(B)가 최소일 때, 위상(A)이 100%가 아님 거리(B)가 최대인 t_1 일 때, 위상(A)이 100%가 아님	성립 ×
	A가 거리 B가 위상	모순 없음	성립 ○

이렇게 표로 정리하고 나니 깔끔합니다. 만약 P가 내행성이라면 거리가 멀어질 때 위상도 커지고 거리가 가까워질 때 위상도 작아져야 합니다. 그래서 결국에는 위상과 거리의 그래프가 거의 겹쳐질 것처럼 비슷하게 생겨야 하는데, 문제에 주어진 그림에서는 전혀 그렇지 않습니다. 따라서 P는 외행성입니다.

외행성은 충과 합에서 각각 위상이 최대가 됩니다. 이 점을 인지하면서 그래프를 한번 살펴봅시다. 일단 P가 외행성이면서 A가 위상, B가 거리라고 가정해봅시다. 이 경우에 t_2 일 때를 제외하고는 거리&위상의 형태가 실제와 다르기 때문에 모순이 존재합니다. 따라서 A는 거리, B는 위상입니다. 결론적으로 P는 외행성이고 A는 거리, B는 위상이 됩니다.

ㄱ. [분석] 참고

ㄴ. P는 외행성이고 A가 거리, B가 위상입니다.([분석] 참고) B는 최솟값이 X인데, 외행성은 위상이 0%로 관측되지 않습니다. 따라서 X는 0이 아닙니다.

ㄷ. P는 외행성이고 A가 거리, B가 위상입니다.([분석] 참고) 따라서 t_1 에서 P는 충을 지나고 t_2 에서 합을 지납니다. P가 충에서 합까지 가는 동안 우리나라에서 매일 해가 진 직후에 P를 관측하면 처음에는 동쪽 하늘에서 점점 고도가 높아지다가 동구 부근에서 남쪽 하늘에 위치하며 고도는 최대가 됩니다. 그리고 합에 점점 가까워지면서 P는 서쪽 지평선(태양)에 가까워지고, 고도는 점점 낮아집니다. 따라서 $t_1 \sim t_2$ 기간 동안 우리나라에서 매일 해가 진 직후에 관측한 P의 고도가 계속 높아진다는 설명은 옳지 않습니다.

99. [정답] : ⑤

ㄱ. 이 선지를 해결하기 위해서 파악해야 할 자료의 시각은 0시와 6시입니다. 우선, 가장 눈에 띄는 자료는 방위각이 180° 인 6시의 자료인데, 이를 통해 별 S의 남중 고도가 53° 라는 사실을 파악할 수 있습니다. 만약 별 S의 적위가 0° 라면 북극성의 고도는 37° 가 될 테지만, S의 적위가 0° 보다 크면 북극성의 고도는 37° 보다 높을 것이고, 반대로 S의 적위가 0° 보다 작으면 북극성의 고도는 37° 보다 낮을 것입니다.(별 S의 적위가 $+10^\circ$ 인 경우와 -10° 인 경우를 나누어, 북극성의 고도를 각각 계산해보시기 바랍니다.) 자, 이제 0시의 자료를 확인해보아야겠습니다. 방위각이 85° , 고도가 6° 인데, 여기서 감이 어느 정도 좋은 분들은 ‘별 S의 적위가 0° 보다 크다는 사실’을 빠르게 캐치할 수 있을 겁니다.

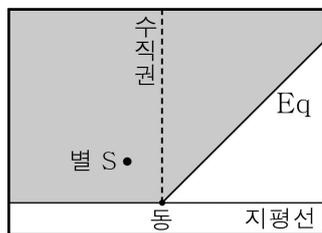


그림 < 99-1 >

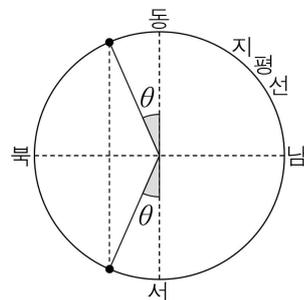


그림 < 99-2 >