

05

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.)

〈보기〉

- 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

17

표는 가상의 태양계 행성 A, B의 공전 주기 및 지구와의 회합 주기를 나타낸 것이다. A, B는 지구와 동일 평면상에서 같은 방향으로 원운동하며, A에서 측정한 B의 회합 주기는 T 의 절반이다.

	공전 주기	회합 주기
A	T	T
B	()	S_B

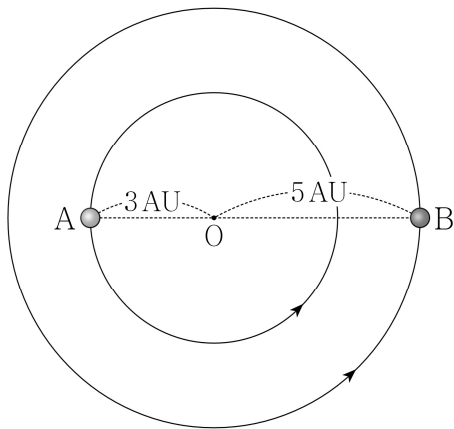
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. 공전 속도는 A가 지구보다 빠르다.
- ㄴ. $T = S_B$ 이다.
- ㄷ. $\left(\frac{\text{A의 공전 궤도 반지름}}{\text{B의 공전 궤도 반지름}}\right)^3 = 3^2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

그림은 쌍성계를 구성하는 두 별 A와 B의 공통 질량 중심으로부터의 거리를 나타낸 것이다. A의 질량은 태양 질량의 5배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

〈보기〉

- ㄱ. 공전 속도는 A가 B의 0.6배이다.
- ㄴ. 이 쌍성계의 질량은 태양 질량의 8배이다.
- ㄷ. A와 B의 공전 주기의 합은 16년이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

표는 우리나라 37°N 지역에서 관측한 태양계 행성 P와 태양의 남중 고도를 60일 간격으로 각각 나타낸 것이다.

	T	$T+60$ 일	$T+120$ 일
P	32°	31°	30°
태양	73°	73°	θ

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— <보기> —

- ㄱ. P와 태양 사이의 거리는 1AU보다 가깝다.
- ㄴ. $\theta < 73^\circ$ 이다.
- ㄷ. 같은 해 추분날 해가 뜰 무렵에 P는 남쪽 하늘에 위치한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

표 (가)는 35°N 지역에서 춘분날 새벽 3시에 관측한 별 A~C의 지평 좌표를, (나)는 별 A~C의 적도 좌표를 나타낸 것이다.

	방위각(°)	고도(°)
A	()	30
B	135	55
C	180	()

(가)

	적경(^h)	적위(°)
A	α_A	+85
B	α_B	δ_B
C	α_C	δ_C

(나)

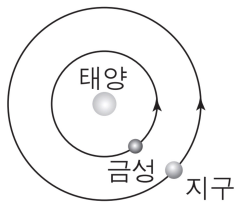
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 방위각은 북점을 기준으로 측정한다.)

— <보기> —

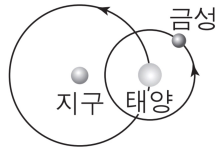
- ㄱ. $(\delta_B + \delta_C)$ 는 70보다 작다.
 ㄴ. $\alpha_A = \alpha_C$ 이다.
 ㄷ. α_B 는 18보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

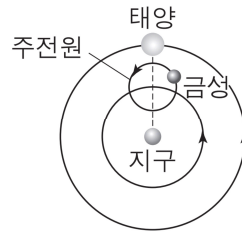
그림 (가), (나), (다)는 서로 다른 우주관을 나타낸 것이다.



(가)



(나)



(다)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

〈보기〉

- ㄱ. 우주관의 등장 순서는 (다) → (가) → (나)이다.
- ㄴ. (나)에서 지구는 우주의 중심에 위치한다.
- ㄷ. (다)에서 태양은 화살표 방향으로 하루에 한 바퀴씩 돈다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

표는 어느 해 춘분날 위도 50°N 에서 화성과 별 S가 뜨는 시각과 지는 시각을 나타낸 것이다. 이날 50°N 에서 화성과 별 S의 남중 고도의 합은 80° 이다.

	뜨는 시각	지는 시각
화성	()	()
별 S	11시	19시

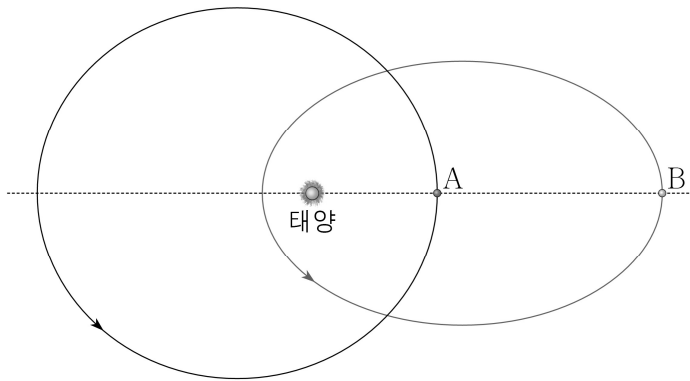
50°N 에서 관측할 때, 이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

〈보기〉

- ㄱ. S는 황도에 있는 별이다.
- ㄴ. 이날 지평선 위로 뜰 때 방위각은 S가 화성보다 크다.
- ㄷ. 이날 화성은 일출 직전에 남쪽 하늘에서 관측된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

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?

<보기>

- 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

표는 어느 날 태양계 행성 A~C의 적경 및 태양과의 이각을 나타낸 것이다. A, B, C는 각각 수성, 금성, 토성 중 하나이며, 이날 적위는 수성이 금성보다 작다.

	적경	이각
A	$3^{\text{h}} 02^{\text{m}}$	θ_A
B	$13^{\text{h}} 11^{\text{m}}$	θ_B
C	$23^{\text{h}} 19^{\text{m}}$	27°

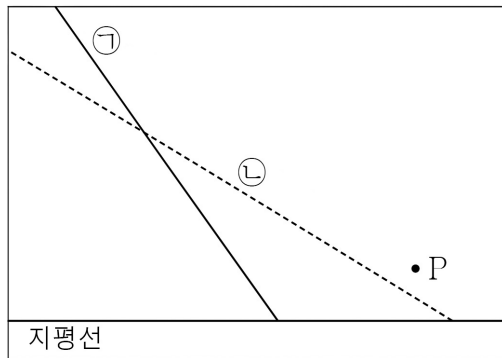
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. $\theta_A < \theta_B$ 이다.
- ㄴ. B에서 측정한 회합 주기는 A가 C보다 짧다.
- ㄷ. 이날 태양의 적경은 금성보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

그림은 우리나라에서 어느 해 3월 8일 일출 직전에 관측한 태양계 행성 P의 위치를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 천구의 적도와 황도 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 지구와 P는 원운동한다고 가정한다.)

〈보기〉

- ㄱ. P와 지구 사이의 회합 주기는 1년보다 짧다.
- ㄴ. ㉡은 천구상에서 태양이 연주 운동하는 경로이다.
- ㄷ. 공전 주기에 대한 공전 궤도 반지름의 비는 P가 지구보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ



1		2		3		4		5	③
6		7		8		9		10	
11		12		13		14		15	
16		17	⑤	18		19		20	⑤
21		22		23		24		25	
26		27	②	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	③	53		54	③	55	
56		57		58		59		60	
61		62	②	63		64		65	
66		67		68		69		70	
71		72		73		74		75	
76	⑤	77		78		79		80	
81		82		83	①	84		85	
86		87		88		89		90	
91		92		93		94		95	
96		97		98		99		100	
101		102		103		104		105	
106		107		108		109		110	
111		112		113		114		115	
116		117		118	⑤	119		120	

5. [정답] : ㉓

[저자의 말] 대충 생각하고 풀면 낫이기 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 차이가 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.

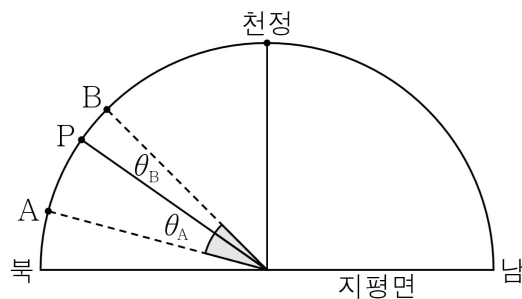


그림 < 5-1 >

우선 관측 지점의 위도가 35°N 이므로 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 $+70^\circ$ 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 $+80^\circ$ 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.

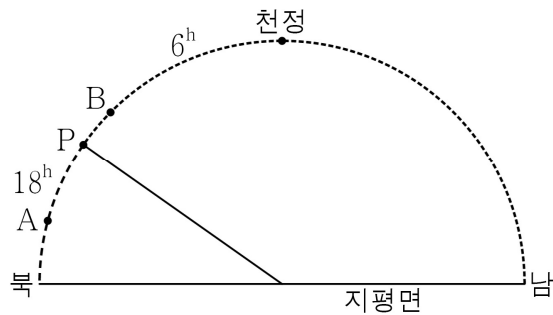


그림 < 5-2 >

이때 A의 고도는 북극성보다 낮고 B의 고도는 북극성보다 높습니다. 따라서 A의 적경은 18^h , B의 적경은 6^h 가 됩니다.(그림 5-2 참고) 사실 B의 적경은 \perp 선지 해결에 별 필요 없는 정보이지만 A의 적경을 구하는 길에 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 차이가 약 12^h 가 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 길입니다.

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

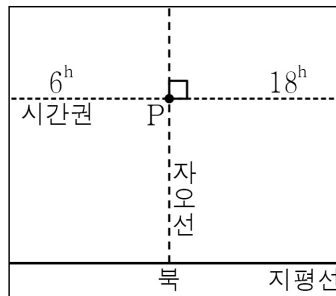


그림 < 5-3 >

결론부터 말하자면 잘못 그린 것입니다. 물론 완전히 틀린 것은 아닙니다만, 적경이 6^h 인 시간권과 18^h 인 시간권을 지평선과 나란하게 그리면 안 됩니다. 여기서 수험생분들은 ‘엥? 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.

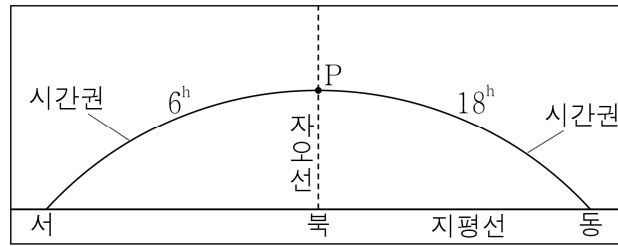


그림 < 5-4 >

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 τ 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 냈을 가능성이 매우 큼니다.

17. [정답] : ㉔

[저자의 말] 일단 문항을 보는 순간 ‘표 안에 제대로 채워진 숫자가 왜 하나도 없지? 출제자는 과연 제정신인 걸까?’라고 생각했을 수도 있습니다. 하지만 여러분은 지구과학Ⅱ 교과 내용을 이용하여 저 빈칸을 모두 채울 수 있습니다.

[Tip] 태양 주위를 원궤도로 공전하는 두 행성이 있고, 두 행성 중 공전 주기가 더 짧은 행성의 공전 주기를 P_1 , 나머지 행성의 공전 주기를 P_2 라 하면, 두 행성 사이의 회합 주기(S)는 $\frac{1}{S} = \frac{1}{P_1} - \frac{1}{P_2}$ 이라는 공식을 이용하여 구할 수 있습니다. 교과서나 수능특강 등에서 이러한 형태의 공식을 많이 접하셨을 텐데, 이 공식은 ‘회합 주기의 역수’에 대한 공식입니다. 그래서인지 계산을 다 한 후 역수를 취해주는 것이 조금 번거롭기도 하고, 계산 실수 때문에 틀리는 경우도 종종 있습니다. 따라서 저는 여러분께 ‘곱빼기 공식’이라는 새로운 형태의

공식을 보여드리겠습니다. $\frac{1}{S} = \frac{1}{P_1} - \frac{1}{P_2} = \frac{P_2 - P_1}{P_1 \times P_2}$ 이므로 $S = \frac{P_1 \times P_2}{P_2 - P_1}$ 가 성립합니다. 즉, 회합 주기 S 를 $\frac{\text{공전 주기의 곱}}{\text{공전 주기의 차}}$ 으로

나타낼 수 있습니다. 이를 ‘회(합주기) = $\frac{\text{곱}}{\text{빼기}}$ ’로 외우시면 편합니다. 생선‘회’는 호불호가 많이 나뉘는 음식인데, 저는 일단 회를 좋아합니다. 여러분들은 싫어하실지 몰라도, 저자가 회를 좋아하니깐 일단 좋아한다고 칩시다. 자! 여러분들은 회를 좋아하니깐, 한 번 먹을 때는 ‘곱빼기’로 많이 먹어야겠죠? 회는 자주 먹을 수 있는 음식이 아니니까요. ‘회는 곱빼기’... 이제 회합 주기를 계산할 때는 ‘회 = $\frac{\text{곱}}{\text{빼기}}$ ’를 꼭 기억해주시기 바랍니다. ‘회... 곱빼기...’은근히 편리하고 빠른 공식입니다. 회 = $\frac{\text{곱}}{\text{빼기}}$ 에서 ‘빼기’라는 표현보다 ‘차(差)’라는 표현이 더 익숙한 분들은 ‘회와 곱차(회 = $\frac{\text{곱}}{\text{차}}$)’으로 외우시면 될 듯합니다. 회, 곱차... 이렇게 음식 이름으로 공식을 외웠으니, 그냥 달달 외우는 것보다는 기억에 더 잘 남겠죠?

[분석] 일단 이 문항의 표에서 보이는 가장 큰 특징은 ‘제대로 채워진 칸이 없다는 것’입니다. 뭘 어떻게 접근해야 할지 답이 안 나옵니다. 하지만 여러분의 눈에는 ‘A의 공전 주기와 회합 주기가 T 로 같다는 것’이 보여야 합니다. 이제 A의 공전 주기와 회합 주기를 모두 T 라고 둔 후, 회합 주기 공식에 대입해야겠다는 생각에 도달합니다. 하지만 아직 A가 내행성인지 외행성인지 모르기 때문에, 두 경우를 모두 고려하여 두 번이나 계산해봐야 합니다. 일단 내행성인 경우, 계산식은 $\frac{1}{T} = \frac{1}{T} - \frac{1}{1}$ 과 같이 세울 수 있습니다. 그런데 뭔가 이상합니다. 좌변의 값이 ‘좌변의 값에서 1을 뺀 값’과 같다니... A가 내행성인 경우에는 공전 주기와 회합 주기가 동일할 수 없다는 것을 깨닫습니다. 앞에서 언급한 ‘곱빼기 공식’으로 계산해보면 $T = \frac{T}{1-T}$ 가 되는데, 이를 정리하면 $1 - T = 1$ 이 되므로 모순입니다. 이제 A가 외행성인 경우로 계산해봅시다. 계산식은 $\frac{1}{T} = \frac{1}{1} - \frac{1}{T}$ 과 같이 세울 수 있고, 계산 결과 T 는 2년이 됩니다. (물론 ‘곱빼기 공식’으로 계산해도 결과는 같습니다.) 따라서 여러분은 표의 빈칸을 벌써 두 개 채운 셈이 됩니다. 이제 A의 공전 주기를 알기 때문에, 발문에 주어진 ‘A에서 측정한 B의 회합 주기는 T 의 절반이다.’라는 정보를 이용하여 B의 공전 주기를 구할 수 있고, 이를 다시 고쳐서 쓰면 ‘A에서 측정한 B의 회합 주기는 1년이다.’가 됩니다. 그리고 만약 B가 A보다 더 바깥쪽 궤도(태양으로부터 더 먼 궤도)를 갖는다면, A에서 측정한 B의 회합 주기(S_{AB})는 ‘A의 공전 주기’인 T 보다 길어야 합니다. 하지만 S_{AB} 는 T 의 절반이기 때문에 B는 A보다 더 안쪽의(태양에 더 가까운) 궤도를 갖습니다. 따라서 B의 공전 주기(P_B)는 $S_{AB} = 1 = \frac{2 \times P_B}{2 - P_B}$ 라는 식을 세워서 구할 수 있고, 그 결과 B의 공전 주기가 $\frac{2}{3}$ 년이라는 것을 알 수 있습니다. 그리고 이를 다시 곱빼기 공식에 대입하여 ‘B와 지구 사이의 회합 주기(S_B)’를 구할 수 있습니다. 이 과정을 모두 거치고 나면, 다음과 같이 표의 빈칸을 모두 채울 수 있습니다.

	공전 주기	회합 주기
A	2년	2년
B	$\frac{2}{3}$ 년	2년

< 표의 빈칸을 모두 채운 결과 >

- ㄱ. A의 공전 주기(T)는 2년입니다. 따라서 공전 속도는 지구가 A보다 빠릅니다.
- ㄴ. T 는 2년, S_B 도 2년입니다. 따라서 $T = S_B$ 입니다.
- ㄷ. 케플러 제3법칙에 대한 선지입니다. 공전 주기를 P , 공전 궤도 긴반지름을 a 라고 하면, $P^2 = a^3$ 이 성립합니다. A의 공전 주기는 B의 3배이므로 ‘B의 공전 궤도 반지름에 대한 A의 공전 궤도 반지름의 비’의 3제곱은 ‘B의 공전 주기에 대한 A의 공전 주기의 비’의 제곱

(3²)과 같습니다. 따라서 ㄷ 선지에서 주어진 $\left(\frac{\text{A의 공전 궤도 반지름}}{\text{B의 공전 궤도 반지름}}\right)^3 = 3^2$ 이 성립합니다.

20. [정답] : ㉔

[저자의 말] 케플러 제3법칙을 활용하여 쌍성계의 질량을 다루는 문항입니다. EBS 수능특강에서도 꽤 중요하게 다루고 있으니, 이 유형의 문항을 푸는 데 어려움이 있으시다면 많이 연습해보는 것을 권장 드립니다.

ㄱ. 두 별 A와 B의 공전 주기는 동일한데, 궤도 반지름이 각각 3AU, 5AU입니다. 따라서 한 바퀴를 공전할 때 이동하는 거리(궤도 한 바퀴의 길이)의 비가 3 : 5이고, 공전 속도의 비도 마찬가지로 3 : 5입니다. 따라서 공전 속도는 A가 B의 0.6배입니다.

ㄴ. A와 B의 질량을 각각 m_A 와 m_B , 공통 질량 중심 O로부터의 거리를 각각 a_A 와 a_B , 공전 주기를 P 라고 하면, $(m_A + m_B) = \frac{(a_A + a_B)^3}{P^2} \times M_\odot$ 가 성립합니다. 이 공식은 당연히 제가 만든 것은 아니고, EBS 수능특강 p.168에 있는 내용입니다.

아무튼 이 식에 주어진 값들을 대입해봅시다. 그래야 문제를 풀 수 있으니까요. 가만히 보니, 저 식에서 직관적으로 숫자를 넣을 수 있는 것은 a_A 와 a_B 밖에 없어 보입니다. 하지만 조금만 머리를 써보면 $a_A : a_B = 3 : 5$ 이므로 $m_A : m_B = 5 : 3$ 임을 알 수 있고, 발문에서 A의 질량이 태양 질량의 5배라고 했기 때문에 m_A 와 m_B 는 각각 $5M_\odot, 3M_\odot$ 으로 치환할 수 있습니다. (M_\odot 이 태양 질량이라는 것은 다들 아실 것이라고 믿습니다.) 따라서 이 쌍성계의 질량인 $(m_A + m_B)$ 는 태양 질량의 8배입니다. 이렇게 ㄴ 선지를 풀었는데, ㄷ 선지의 풀이도 이 과정의 연장선입니다. 이 식을 풀어서 M_\odot 을 소거한 후 정리하는 과정을 거치고 나면 $P^2 = 8^2$ 이라는 것을 알 수 있게 됩니다. 따라서 공전 주기 P 는 8년입니다. A와 B의 공전 주기는 서로 같기 때문에 A와 B의 공전 주기의 합은 16년입니다.

ㄷ. (ㄴ 선지 해설 참고)

27. [정답] : ㉔

[분석] 남중 고도를 바탕으로 적위를 파악해보면 다음 표와 같습니다.

	T	$T+60$ 일	$T+120$ 일
P	-21°	-22°	-23°
태양	$+20^\circ$	$+20^\circ$	()

T 와 $T+60$ 일에 태양의 적위가 $+20^\circ$ 로 같기 때문에, 이 두 날짜가 하짓날을 기준으로하여 전후로 대칭임을 알 수 있습니다. 따라서 $T+30$ 일이 하짓날입니다.

ㄱ. 하지를 전후로 약 한 달 정도의 기간인 T 와 $T+60$ 일쯤의 기간, 즉 넉넉하게 잡아서 하지 무렵에 P의 적위가 -20° 쯤입니다. P는 황도 부근에 위치한 태양계 행성이므로 이 기간 동안 천구상에서 동지점 부근에 위치한다는 것을 알 수 있습니다. 만약 P가 내행성이라면 천구상에서 태양과의 이각이 절대 90° 를 넘을 수 없기 때문에 P가 외행성임을 알 수 있습니다. 따라서 P와 태양 사이의 거리는 1AU보다 멀어야 합니다.

ㄴ. $T+30$ 일이 하짓날이므로([분석] 참고) 이날 이후에는 약 180일 동안, 즉 $T+210$ 일 무렵까지는 태양의 적위가 계속 작아집니다. 따라서 태양의 적위는 $T+60$ 일보다 $T+120$ 일에 더 작고, 이에 따라 37°N 지역에서 태양의 남중 고도 또한 $T+60$ 일보다 $T+120$ 일에 더 낮습니다. 따라서 $\theta < 73^\circ$ 가 성립합니다. 사실 $T+30$ 일이 하짓날이므로 이날로부터 90일, 즉 약 3개월 후인 $T+120$ 일은 추분날이라고 해석해도 무방합니다. 그러므로 이날 태양의 적위는 거의 0° 일 것이고, θ 는 약 53° 일 것입니다.

ㄷ. 사실 $T+30$ 일이 하짓날이므로([분석] 참고) 이날로부터 90일, 즉 약 3개월 후인 $T+120$ 일은 추분날이라고 해석해도 무방합니다. 이제 $T+120$ 일을 ‘추분날’이라고 표현해도 이해해주실 것이라 믿습니다. …… 네, 좋습니다. 추분날 P의 적위가 -23° 이므로 이때 P는 동지점 부근에 위치합니다. 따라서 이때 P는 초저녁 ~ 자정 무렵에 관측되며, 해가 뜬 무렵에는 관측되지 않습니다. ㄷ 선지의 내용은 ‘같은 해 추분날 P가 서구 부근에 위치한다.’와 거의 같은 의미입니다. 만약 추분날 P가 서구 부근에 위치한다면 P는 천구상에서 하지점 부근에 위치하여 적위가 약 $+20^\circ$ 정도로 커야 합니다. 따라서 틀린 선지입니다.

52. [정답] : ㉓

ㄱ. 주어진 자료에서 B의 방위각은 135°이고 C의 방위각은 180°입니다. 이 지역(35°N)에서 천정을 지나는 별의 적위는 +35°인데, 천정을 지나는 별은 고도가 높아질 때 방위각(북점 기준)이 항상 90°보다 작고, 천정을 지난 후 고도가 낮아질 때는 방위각이 항상 270°보다 큼니다.(그림 52-1 참고) 그리고 별의 적위가 +35°보다 큰 경우에도 마찬가지로의 결과가 나옵니다. 즉, 이 지역에서 적위가 +35° 이상인 별은 방위각이 90° ~ 270°인 범위에서는 절대 관측되지 않습니다. 만약 이 범위 내의 방위각으로 관측되는 별이 있다면, 그 별의 적위는 +35°보다 작은 것입니다. 그런데 마침 B와 C가 ‘방위각이 90° ~ 270°인 범위’에서 관측되므로, B와 C의 적위가 모두 +35°보다 작다는 것을 알 수 있습니다. 따라서 B와 C의 적위(°)의 합인 ($\delta_B + \delta_C$)는 70보다 작습니다.

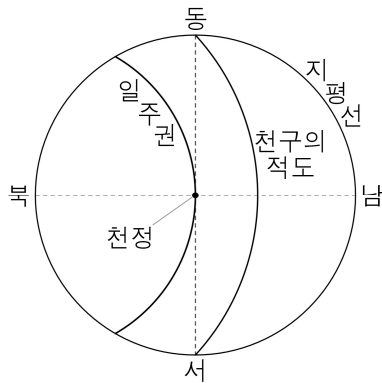


그림 < 52-1 >

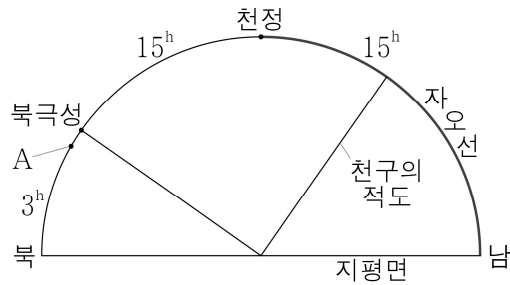


그림 < 52-2 >

ㄴ. A는 적위가 +85°이므로 이 지역(35°N)에서 최소 고도가 30°이고, 마침 춘분날 3시에 A의 고도가 최소(30°)입니다. 춘분날 3시에 고도가 최대가 되는 별들의 적경은 15°이므로 이때 A의 적경은 3°이고, 이때 남중한 C의 적경은 15°가 됩니다. C의 남중 고도가 정확히 얼마인지는 모르지만, 이때 C의 방위각이 180°이므로 그림 52-2에서 C는 천정과 남점을 지나는 반원(조금 더 굵게 표시된 오른쪽 자오선) 위에 위치합니다. 따라서 $\alpha_A \neq \alpha_C$ 입니다.

ㄷ. 그림 52-3과 같이 자오선을 따라 천구를 자른 후 동쪽 절반의 부분을 본다고 생각해봅시다.

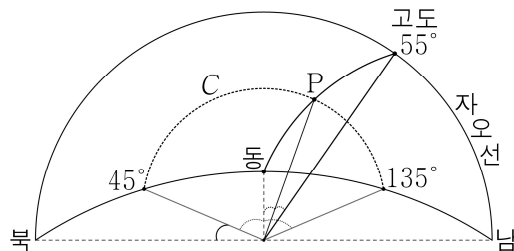


그림 < 52-3 >

그림 52-3에서 점선으로 동글게 그려진 C는 ‘동점과의 각거리가 45°인 천구상의 모든 점’을 이은 원이고, 별들의 일주권이 천구의 적도와 나란한 것과 비슷하게, C는 자오선과 나란합니다. 그리고 C와 지평선이 만나는 두 지점의 방위각(북점 기준)은 각각 45°, 135°이고, ‘동점을 지나는 수직권’과 C가 만나는 점의 고도는 45°가 됩니다. 관측 지점의 위도가 35°N이므로, 지평선과 이루는 각이 55°인 천구

의 적도를 그려봅시다. 그러면 C 와 천구의 적도가 만나는 점이 동쪽 하늘에 위치하는데, 이 점을 편의상 P 라고 합시다. 그러면 P 는 동점과의 각거리가 45° 인 천구상의 지점에 해당함과 동시에, 적위가 0° 입니다. 즉, P 는 동점에서 뜬지 정확히 3시간이 지난 것이고, 이로부터 정확히 3시간 후에 남중합니다. 그러므로 만약 그림 52-3의 관측 시각이 춘분날 새벽 3시라면, P 의 적경은 18^h 가 됩니다. 그리고 P 는 C 에 위치한 점인데, P 는 ' C 와 지평선이 만나는 점 중 방위각이 135° 인 점'을 기준으로, C 를 따라 시계 반대 방향으로 55° 만큼 회전한 위치에 있습니다. 따라서 이때 P 의 방위각은 135° 보다 작습니다. 그러면 이제 문항으로 다시 돌아가 봅시다. 별 B 는 $35^\circ N$ 에서 방위각이 135° 일 때 고도가 55° 이므로, 남중 고도가 55° 보다 높습니다. 따라서 B 의 적위는 0° 보다 큼니다. 적경이 18^h 이고 적위가 0° 인 별을 $35^\circ N$ 에서 춘분날 새벽 3시에 관측한다면 지평 좌표는 그림 52-3의 P 와 동일할 것입니다. 그리고 B 의 적위는 0° 보다 크기 때문에, B 와 P 중에서 천구의 북극에 더 가까운 것은 B 에 해당합니다. 그러므로 만약 B 의 적경이 18^h 라면, $35^\circ N$ 에서 춘분날 새벽 3시에 관측된 B 의 위치는 그림 52-3의 P 보다 더 천구의 북극에 가까이 위치해야 하고, 이에 따라 B 의 방위각은 P 보다 더 작아야 합니다. 즉, $35^\circ N$ 에서 춘분날 새벽 3시에 관측한 B 의 방위각이 135° 가 되려면, B 는 '적경이 18^h 이고 적위($^\circ$)가 δ_B 인 천구상의 지점'보다 더 서쪽에 위치해야 합니다. 따라서 B 의 적경(h)인 α_B 는 18보다 작습니다. (이와 같은 접근법으로 '2019학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가 지구과학 I 20번 문항의 ㄷ 선지'를 분석하시면 도움이 될 듯합니다.)

54. [정답] : ㉓

[분석] (가)는 코페르니쿠스의 지동설, (나)는 티코 브라헤 천동설, (다)는 주전원이 있으므로 프톨레마이오스 천동설에 해당합니다. 이 정도는 쉽게 구분할 줄 아셔야 합니다.

ㄱ. 우주관이 등장한 순서는 ‘프톨레마이오스 천동설 → 코페르니쿠스 지동설 → 티코 브라헤 천동설’ 순입니다. 코페르니쿠스 지동설이 현시대에까지 인정(납득)받고 있는 우주관이다보니 코페르니쿠스 지동설이 가장 나중에 등장했다고 오해하는 분들이 많으실 텐데, 실제로는 지동설이 등장한 이후 티코 브라헤가 연주 시차를 측정하려고 노력했으나 결국 실패하여 지동설을 포기하고 고개를 절레절레 저으며 자신만의 새로운 우주관을 만든 것입니다. 등장한 순서를 외우기 어렵다면 앞글자만 따서 ‘프코티’라고 외우시면 좋습니다. 사실 ‘코프티’가 웬지 프리미어리그 축구 선수 이름 같기도 하고 훨씬 더 발음이 찰지고 부드러워지만, 어쩔 수 없습니다. 프코티! 프코티! 프코티! 이렇게 3번만 크게 외치시면 까먹을 일이 없을 겁니다. 음... 아니면 조금 억지스럽기는 하지만 ‘프톨레마이오스 천동설 → 코페르니쿠스 지동설 → 티코 브라헤 천동설’에서 밑줄 친 부분만 따서 ‘마이 → 코 → 티코(My 코, 티코)’라고 외우시는 건 어떨지요... 좀 이상한가요? 아무튼 방법이 어떻든지 간에, 꼭꼭 외워두시기 바랍니다.

ㄴ. (나)는 티코 브라헤의 천동설입니다. 천동설에서는 지구가 우주의 중심입니다. 따라서 (나)에서 지구는 우주의 중심에 위치합니다.

ㄷ. (다)에서 화살표 방향은 태양이 연주 운동하는 방향입니다. (다)에서 태양을 비롯한 모든 별, 행성 등의 천체는 시계 방향으로 하루에 약 한 바퀴씩 돕니다. 이게 일주 운동에 해당하고, 사실 자세히 들여다보면 태양은 배경별보다 하루에 약 1°씩 덜 돌기 때문에 하루 간격으로 보면 배경별에 대해 태양이 상대적으로 서쪽에서 동쪽으로 움직이는 것처럼 보입니다. 즉, 태양의 연주 운동입니다. 이 움직임의 방향이 바로 그림 (다)에 표시된 방향입니다. 따라서 (다)에서 태양이 화살표 방향으로 하루에 한 바퀴씩 돈다는 설명은 옳지 않습니다.

62. [정답] : ㉔

ㄱ. 위도 50°N 에서 천구의 적도가 지평선과 이루는 각은 40° 이므로, 이 지역에서 적위가 0° 인 별의 남중 고도는 40° 입니다. 50°N 에서 별 S가 지평선 위에 떠 있는 시간(지는 시각-뜨는 시각)이 8시간이기 때문에 S의 적위가 0° 보다 작다는 것을 알 수 있습니다. 이날 S가 11시에 떠서 19시에 지기 때문에 남중 시각이 15시라는 것을 알 수 있는데, 이날은 춘분날이기 때문에 S의 적경은 3^{h} 입니다. 만약 S가 황도에 있는 별이라면 적경이 3^{h} 이므로 적위가 0° 보다 커야 하지만, 앞서 설명드렸듯이 S의 적위는 0° 보다 작습니다. 따라서 S는 황도에 있는 별이 아닙니다.

ㄴ. S의 적위는 0° 보다 작기 때문에(ㄱ 선지 해설 참고) 50°N 에서 S의 남중 고도는 40° 보다 낮습니다. 그런데 이날 50°N 에서 화성과 별 S의 남중 고도의 합이 80° 이기 때문에, 이날 화성의 남중 고도는 40° 보다 높아야 합니다.(예를 들어 50°N 에서 S의 남중 고도가 17° 라면, 이날 화성의 남중 고도는 63° 일 것입니다.) 그러므로 이날 화성의 적위는 0° 보다 크고, 당연하게도 이날 화성의 적위는 S의 적위보다 큽니다. 지평선 위로 뜰 때 방위각은 적위가 작을수록 크기 때문에 이날 지평선 위로 뜰 때 방위각은 S가 화성보다 큽니다.

ㄷ. 이날 태양은 춘분점에 위치합니다. 만약 화성이 일출 직전에 남쪽 하늘에서 관측된다면, 이날 화성은 태양보다 약 90° 만큼 서쪽에 위치한 셈이 되므로 동지점 부근에 위치해야 합니다. 하지만 이날 화성의 적위는 0° 보다 크기 때문에(ㄴ 선지 해설 참고) 화성은 동지점 부근에 위치할 수 없습니다. 따라서 이날 화성이 일출 직전에 남쪽 하늘에서 관측된다는 설명은 옳지 않습니다.

76. [정답] : ㉟

[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 왜지 계산을 해서 평균을 구해야 할 것 같은 느낌이지만, ‘궤도 긴반지름’과 동일한 의미입니다. (EBS 수능특강 p.165 참고) 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. 왜지 B의 궤도가 더 날렵하게 생겨서 A보다 평균 공전 속도가 빠를 것처럼 생겼지만, 따지고 보면 A가 평균적으로는 더 빠릅니다.

ㄴ. 궤도 이심률은 A가 B보다 작다는 사실을 아까 [분석]에서 다루었는데, 이 선지에서는 정량적인 계산을 요구하고 있습니다. 이심률 (e)은 궤도 긴반지름을 a , 궤도의 중심과 초점(태양) 사이의 거리를 c 라고 하면, $e = \frac{c}{a}$ 와 같은 식으로 구할 수 있습니다. 두 행성의 궤도 긴반지름(a)은 서로 같고 A와 B의 ‘태양과 궤도 중심 사이의 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.

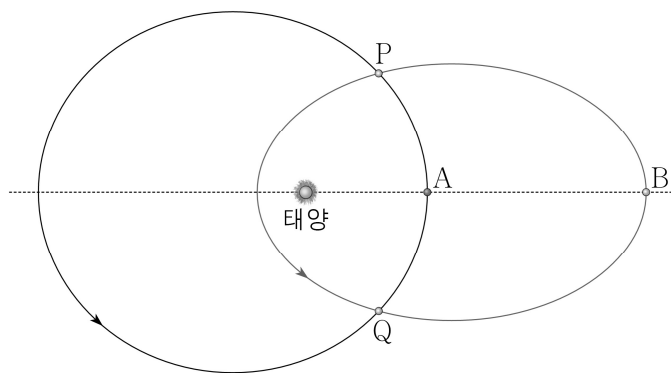


그림 < 76-1 >

우선 그림 76-1에서 두 행성이 충돌할 만한 위치는 P와 Q밖에 없습니다. 만약 두 행성이 충돌한다면 A가 근일점에서 P까지 공전하는 시간과 B가 원일점에서 P까지 공전하는 시간이 같아야 합니다. 그런데 ‘태양과 A를 잇는 선분이 근일점에서 P까지 끌고 지나가는 면적’은 ‘태양과 B를 잇는 선분이 원일점에서 P까지 끌고 지나가는 면적’ 안에 ‘포함되어’ 있기 때문에 서로 같을 수가 없습니다. 따라서 P에서는 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 끌고 지나가는 면적 또한 ‘B가 원일점에서 시간을 거슬러 Q까지 갈 때 끌고 지나가는 면적’ 안에 포함되어 있기 때문에 서로 같을 수가 없습니다. 따라서 A와 B는 절대 충돌하지 않습니다.

83. [정답] : ①

[저자의 말] 별 생각 없이 풀거나 편법 등을 사용하여 풀면 체감 난이도가 어떨지 잘 모르겠지만, 제대로 분석해보면 꽤 까다로운 문항에 속합니다.

[분석] A ~ C의 적경을 바탕으로 'A ~ C가 위치하는 방향'을 그림 83-1과 같이 그려볼 수 있습니다. 만약 A 또는 C가 토성이라면 나머지 두 행성이 이루는 각은 약 150° 에 해당하는데, 금성의 최대 이각이 약 $45^\circ \sim 48^\circ$ 이고 수성의 최대 이각은 이보다 작기 때문에 '수성과 금성 사이의 각거리'라고 하기에는 약 150° 라는 값이 너무 큼니다. 따라서 토성은 B에 해당하며, 이에 따라 A와 C 사이의 이각은 약 55° 로써 '수성과 금성 사이의 각거리'라고 하기에 적절한 값이 됩니다.

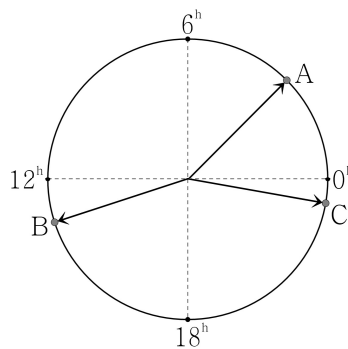


그림 < 83-1 >

이제 A와 C는 각각 수성과 금성 중 하나인데, 발문에서 ‘이날 적위는 수성이 금성보다 작다.’라고 하였습니다. 수성과 금성이 황도 부근에 위치한다는 것을 고려하면 이날 적위는 A가 C보다 클 것이고, 이에 따라 A는 금성, C는 수성에 해당한다는 것을 알 수 있습니다.

ㄱ. A는 금성, B는 토성, C는 수성에 해당합니다.([분석] 참고) θ_A 와 θ_B 는 A와 B가 태양과 이루는 이각에 해당하는데, ‘A는 내행성이고 B는 외행성이니까 이각은 외행성인 B가 더 크겠지’라는 생각으로 푸셨다면, 결코 올바른 풀이 방법이 아닙니다. 아무리 B가 외행성일지라도 태양이 위치하는 방향을 파악한 후에 A와 B의 이각을 비교했어야 합니다. 우선 이날 C와 태양이 이루는 이각은 27° 인데, 이게 동방 이각인지 서방 이각인지는 나타나 있지 않기 때문에 아직 모릅니다. 만약 동방 이각이라면 이때 태양은 C보다 약 27° 만큼 서쪽에 위치(그림 83-1에서는 C 기준 시계 방향으로 약 27° 회전한 방향에 위치)할 텐데, 이 경우 태양과 금성(A)이 이루는 이각이 약 80° 가 되기 때문에 사실상 불가능한 상황에 해당합니다. 따라서 이날 C가 태양과 이루는 이각은 서방 이각에 해당한다는 것을 알 수 있고, 태양은 C보다 약 27° 만큼 동쪽에 위치(그림 83-1에서는 C 기준 시계 반대 방향으로 약 27° 회전한 방향에 위치)하게 됩니다. 따라서 이날 태양이 위치하는 방향을 그림 83-1에 나타내면 A와 C 사이의 방향을 가리키게 됩니다. 즉, 이날 A와 태양 사이의 이각은 약 30° 가 되며, B와 태양은 서로 거의 반대 방향에 위치하므로 B와 태양 사이의 이각은 약 180° 가 됩니다. 따라서 $\theta_A < \theta_B$ 가 성립합니다.

ㄴ. A는 금성, B는 토성, C는 수성에 해당합니다.([분석] 참고) 따라서 ㄴ 선지의 내용을 재해석하면 ‘토성에서 측정한 회합 주기는 금성이 수성보다 짧다.’로 바꿀 수 있습니다. 토성의 입장에서 수성과 금성 모두 내행성에 해당하고, 내행성의 회합 주기는 공전 주기에 비례합니다. 따라서 B(토성)에서 측정한 회합 주기는 A(금성)가 C(수성)보다 깁니다.

ㄷ. 이날 태양은 C보다 약 27° 만큼 동쪽에 위치(그림 83-1에서는 C 기준 시계 반대 방향으로 약 27° 회전한 방향에 위치)하고, 이날 태양이 위치하는 방향을 그림 83-1에 나타내면 A와 C 사이의 방향을 가리키게 됩니다.(ㄱ 선지 해설 참고) 이날 C의 적경이 $23^h 19^m$ 인데, 27° 를 적경으로 단순히 환산하면 약 $1^h 48^m$ 에 해당하기 때문에 이날 태양의 적경은 약 $(23^h 19^m + 1^h 48^m)$ 해당합니다. 그런데 이 사이에는 적경이 0^h 인 시간권이 존재하므로 이날 태양의 적경은 약 $1^h 07^m$ 에 해당합니다. 사실 태양의 적경을 엄청 정확하게 계산할 필요는 없고, 이날 ‘적경이 0^h 인 시간권’이 C와 태양 사이를 지난다는 사실 정도까지만 정확하게 파악해주면 됩니다. 이날 금성(A)의 적경이 $3^h 02^m$ 이므로 태양의 적경은 금성보다 작습니다.

118. [정답] : ㉠

[분석] 우리나라(북반구 중위도)에서 천구의 적도가 왼쪽 위에서 오른쪽 아래로 이어지는 모양(\)으로 관측됩니다. 따라서 관측한 하늘의 방향이 서쪽이라는 것을 알 수 있습니다. 그리고 이때 천구의 적도와 황도가 만나는 교점이 서쪽 하늘에 위치합니다. 편의상 이 점을 A라고 하겠습니다. 이날은 3월 8일이므로 태양은 천구상에서 춘분점 부근에 위치합니다. 그런데 이날 일출 직전 서쪽 하늘에 A가 존재하므로 이 점은 춘분점이 아닌 추분점에 해당합니다. 추분점에서는 황도를 따라 적경이 증가하는 방향(서 → 동)으로 가면서 점점 적위가 작아지기 때문에 ㉠은 천구의 적도, ㉡은 황도에 해당합니다.

ㄱ. 일출 직전에 P가 서쪽 지평선 부근에 위치하므로 P는 외행성입니다. 만약 P가 내행성이라면 일출 직전에 서쪽 하늘에 위치할 수 없습니다. P가 외행성이므로 P와 지구 사이의 회합 주기는 1년보다 길 수밖에 없습니다.

ㄴ. [분석]에서 파악했듯이, ㉡은 황도에 해당합니다. 따라서 ㉢은 천구상에서 태양이 연주 운동하는 경로입니다.

ㄷ. 태양계 행성의 공전 속도는 태양으로부터의 거리가 가까울수록 빠릅니다. 우선 공전 주기를 T , 공전 궤도 반지름을 r 라고 하면,

ㄷ 선지에서 언급한 ‘공전 주기에 대한 공전 궤도 반지름의 비’는 $\frac{r}{T}$ 가 됩니다. 원운동하는 행성의 공전 속도(v)는 $v = \frac{2\pi r}{T}$ 로 표현되기

때문에, ㄷ 선지에서 언급한 $\frac{r}{T}$ 는 행성의 공전 속도에 비례합니다. P는 외행성이므로 공전 속도가 지구보다 느립니다. 따라서 $\frac{r}{T}$ 값 또한 P가 지구보다 작습니다.