

◆ 15 수능 B형 25~26번

[25~26] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

우리는 가끔 평소보다 큰 보름달인 ‘슈퍼문(supermoon)’을 보게 된다. 실제 달의 크기는 일정한데 이러한 현상이 발생하는 까닭은 무엇일까? 이 현상은 달의 공전 궤도가 타원 궤도라는 점과 관련이 있다.

타원은 두 개의 초점이 있고 두 초점으로부터의 거리를 합한 값이 일정한 점들의 집합이다. 두 초점이 가까울수록 원 모양에 가까워진다. 타원에서 두 초점을 지나는 긴지름을 가리켜 장축이라 하는데, 두 초점 사이의 거리를 장축의 길이로 나눈 값을 이심률이라 한다. 두 초점이 가까울수록 이심률은 작아진다.

달은 지구를 한 초점으로 하면서 이심률이 약 0.055인 타원 궤도를 돌고 있다. 이 궤도의 장축 상에서 지구로부터 가장 먼 지점을 ‘원지점’, 가장 가까운 지점을 ‘근지점’이라 한다. 지구에서 보름달은 약 29.5일 주기로 세 천체가 ‘태양-지구-달’의 순서로 배열될 때 볼 수 있는데, 이때 보름달이 근지점이나 그 근처에 위치하면 슈퍼문이 관측된다. 슈퍼문은 보름달 중 크기가 가장 작게 보이는 것보다 14% 정도 크게 보인다. 이는 지구에서 본 달의 겉보기 지름이 달라졌기 때문이다. 지구에서 본 천체의 겉보기 지름을 각도로 나타낸 것을 각지름이라 하는데, 관측되는 천체까지의 거리가 가까워지면 각지름이 커진다. 예를 들어, 달과 태양의 경우 평균적인 각지름은 각각 0.5° 정도이다.

지구의 공전 궤도에서도 이와 같은 현상이 나타난다. 지구 역시 태양을 한 초점으로 하는 타원 궤도로 공전하고 있으므로, 궤도 상의 지구의 위치에 따라 태양과의 거리가 다르다. 달과 마찬가지로 지구도 공전 궤도의 장축 상에서 태양으로부터 가장 먼 지점과 가장 가까운 지점을 갖는데, 이를 각각 원일점과 근일점이라 한다. 지구와 태양 사이의 이러한 거리에 따라 일식 현상이 다르게 나타난다. 세 천체가 ‘태양-달-지구’의 순서로 늘어선고, 달이 태양을 가릴 수 있는 특정한 위치에 있을 때, 일식 현상이 일어난다. 이때 달이 근지점이나 그 근처에 위치하면 대부분의 경우 태양 면의 전체 면적이 달에 의해 완전히 가려지는 개기 일식이 관측된다. 하지만 일식이 일어나는 같은 조건에서 달이 원지점이나 그 근처에 위치하면 대부분의 경우 태양 면이 달에 의해 완전히 가려지지 않아 태양 면의 가장자리가 빛나는 고리처럼 보이는 금환 일식이 관측될 수 있다.

이러한 원일점, 근일점, 원지점, 근지점의 위치는 태양, 행성 등 다른 천체들의 인력에 의해 영향을 받아 미세하게 변한다. 현재 지구 공전 궤도의 이심률은 약 0.017인데, 일정한 주기로 이심률이 변한다. 천체의 다른 조건들을 고려하지 않을 때 지구 공전 궤도의 이심률만이 현재보다 더 작아지면 근일점은 현재보다 더 멀어지며 원일점은 현재보다 더 가까워지게 된다. 이는 달의 공전 궤도 상에 있는 근지점과 원지점도 마찬가지이다. 천체의 다른 조건들을 고려하지 않을 때 천체의 공전 궤도의 이심률만이 현재보다 커지면 반대의 현상이 일어난다.

25. 윗글을 통해 알 수 있는 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 태양의 인력으로 달 공전 궤도의 이심률이 약간씩 변화될 수 있다.
- ② 현재의 달 공전 궤도는 현재의 지구 공전 궤도보다 원 모양에 더 가깝다.
- ③ 금환 일식이 일어날 때 지구에서 관측되는 태양의 각지름은 달의 각지름보다 크다.
- ④ 지구에서 보이는 보름달의 크기는 달 공전 궤도 상의 근지점일 때보다 원지점일 때 더 작게 보인다.
- ⑤ 지구 공전 궤도 상의 근일점에서 관측한 태양의 각지름은 원일점에서 관측한 태양의 각지름보다 더 크다.

26. 윗글을 바탕으로 할 때, <보기>의 ㉠에 들어갈 말로 가장 적절한 것은? [3점]

<보 기>

북반구의 A 지점에서는 약 12시간 25분 주기로 해수면이 높아졌다 낮아졌다 하는 현상이 관측된다. 이 현상에서 해수면이 가장 높은 때와 가장 낮은 때의 해수면의 높이 차이를 ‘조차’라고 한다. 이 조차에 영향을 미치는 한 요인이 지구와 달, 지구와 태양 사이의 ‘거리’인데, 그 거리가 가까울수록 조차가 커진다. 지구와 태양 사이의 거리가 조차에 미치는 영향만을 고려하면, 조차는 북반구의 겨울인 1월에 가장 크고 7월에 가장 작다.

천체의 다른 모든 조건들은 고정되어 있고, 다만 지구 공전 궤도의 이심률과 지구와 달, 지구와 태양 사이의 거리만이 조차에 영향을 준다고 가정하자. 이 경우에 (      ㉠      )

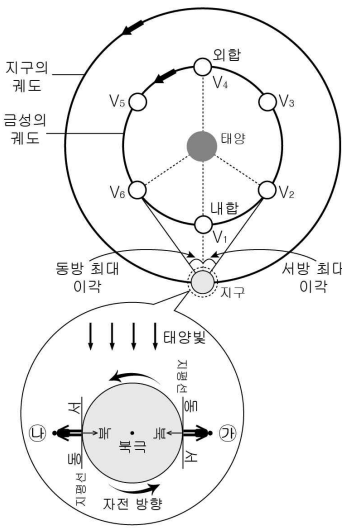
- ① 지구 공전 궤도의 이심률에 변화가 없다면, 1월에 슈퍼문이 관측되었을 때보다 7월에 슈퍼문이 관측되었을 때, A 지점에서의 조차가 더 크다.
- ② 지구 공전 궤도의 이심률에 변화가 없다면, 보름달이 관측된 1월에 달이 근지점에 있을 때보다 원지점에 있을 때, A 지점에서의 조차가 더 크다.
- ③ 지구 공전 궤도의 이심률에 변화가 없다면, 7월에 슈퍼문이 관측될 때보다 7월에 원지점에 위치한 보름달이 관측될 때, A 지점에서의 조차가 더 크다.
- ④ 지구 공전 궤도의 이심률만이 더 커지면, 달이 근지점에 있을 때 A 지점에서 1월에 나타나는 조차가 이심률 변화 전의 1월의 조차보다 더 커진다.
- ⑤ 지구 공전 궤도의 이심률만이 더 커지면, 달이 원지점에 있을 때 A 지점에서 7월에 나타나는 조차가 이심률 변화 전의 7월의 조차보다 더 커진다.

# ◆ 18년 11월 고1 21~25번

[21 ~ 25] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

금성의 다른 이름인 ‘새별’은 새벽에 보이기 때문에 사람들이 금성에 ㉠ 붙인 이름이다. 실제로 금성은 하루 종일 관측할 수 있는 것이 아니라 새벽이나 초저녁에만 볼 수 있다. 이러한 현상이 생기는 이유는 무엇일까?

이는 천체의 ‘걸보기 운동’과 관련이 있다. 지구는 하루에 한 바퀴 자전하면서 태양 주위를 일 년에 한 바퀴 공전한다. 이로 인해 지구상의 관측자가 하늘의 천체를 볼 때, 관측 시기에 따라 천체의 위치가 다르게 보이기도 한다. 왜냐하면 관측자에게는 지구가 움직이는 것이 아니라 상대적으로 하늘의 천체가 움직이는 것처럼 보이기 때문이다. 이처럼 지구의 자전이나 공전으로 인해 지구에서 관측할 때 천체가 움직이는 것처럼 보이거나 실제 움직임과는 다르게 보이는 현상을 ‘걸보기 운동’이라 한다.



[그림]

고 있으면 관측자의 왼쪽이 서쪽이 된다. 이때 지구의 자전 방향은 시계 반대 방향 즉, 서에서 동으로의 방향이므로 하늘의 천체는 상대적으로 동에서 서로 움직이는 것처럼 보이는 것이다. 결국 걸보기 운동은 관측자의 위치를 중심으로 천체가 움직이는 방향을 살펴본 것이다.

또한 천체들 사이의 상대적 위치 관계도 걸보기 운동을 이해하는 데 중요하다. 지구 공전 궤도보다 안쪽에서 공전하는 천체인 내행성, 지구, 태양의 위치 관계를 내행성 중 하나인 금성을 중심으로 살펴보면 다음과 같다. [그림]에서 태양, 금성, 지구가 일직선상에 위치할 때를 ‘합’이라고 하는데, 지구-금성-태양의 순서로 위치할 때를 ‘내합’, 지구-태양-금성의 순서로 위치할 때를 ‘외합’이라고 한다. 또한 지구상의 관측자가 태양과 행성을 바라보았을 때, 관측자가 태양을 바라본 방향과 행성을 바라본 방향 사이의 각을 ‘이각’이라고 한다. 즉, 관측자가 보았을 때 금성이 태양으로부터 얼마만큼의 각거리\*로 떨어져 있는가를 의미한다. ‘이각’은 다시 ‘동방 이각’과 ‘서방 이각’으로 나눌 수 있는데, 이는 [그림]의 V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub>에서처럼 금성이 태양보다 동쪽에 있는 경우와 V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>에서처럼 서쪽에 있는 경우로 구분한 것이다. 또한 금성이 V<sub>6</sub>과 V<sub>2</sub>에 있을 때 태양으로부터 가장 멀리 떨어진 것처럼 보인다. 이때의 이각을 각각 ‘동방 최대 이각’과 ‘서방 최대 이각’이라고 한다.

관측자에게 보이는 천체의 움직임, 상대적 위치 관계 등을 바

탕으로 금성이 관측되는 시각과 시간, 위상과 크기, 밝기를 살펴보면 다음과 같다. 먼저 금성이 관측되는 시각은 지구에서 바라본 금성의 위치에 따라 달라진다. 만약 [그림]에서 금성이 외합인 V<sub>4</sub>에서 내합인 V<sub>1</sub>사이인 동방 이각에 위치하고, 관측자가 ㉡에서 있다면 금성은 관측자의 지평선 아래에 있게 되므로 관측되지 않는다. 하지만 지구의 자전으로 인해 관측자의 위치가 ㉢로 변하면, 금성은 관측자의 지평선 위에 있게 되고 태양은 지평선 아래에 있게 되므로 태양이 진 후 초저녁 서쪽 하늘에서 금성을 관측할 수 있다. 반대로 금성이 서방 이각에 위치하는 경우에는 동일한 이유로 관측자는 ㉣가 아닌 ㉤에서 금성을 관측할 수 있다. 또한 태양과 금성, 지구의 위치 관계가 내합과 외합일 때에는 금성이 태양과 함께 뜨고 지기 때문에 관측되기 어렵다. 따라서 금성은 동방 최대 이각 또는 서방 최대 이각의 안쪽에 위치할 때만 관측 가능하고, 합·외합의 위치에서는 관측이 어려운 것이다. 한편 금성이 관측되는 시간은 금성의 이각에 따라 달라진다. 이각이 클수록 태양과 금성의 각거리는 커지므로 금성을 더 오래 볼 수 있다. 따라서 금성은 최대 이각에 위치할수록 오래 관측되고, 합에 위치할수록 짧게 관측된다. 이런 이유로 금성은 항상 태양을 중심으로 좌, 우 일정한 이각 내에서만 관측된다.

또한 금성이 관측되는 위상과 크기는 금성의 위치, 지구와 금성의 거리에 따라 달라진다. 금성의 위상은 금성이 태양과의 상대적 위치에 따라 지구상의 관측자에게 보이는 모양으로, 금성은 스스로 빛을 내지 못하고 태양빛을 받아 빛나는 것처럼 보인다. 이때 태양빛을 받는 면이 지구를 향하는 정도에 따라 보이는 형태가 다르다. 금성은 지구에서 멀어질수록 보이는 크기가 줄어들지만 태양빛을 받는 면의 전체를 볼 수 있어 보름달에 가까운 형태로 관측된다. 반면 지구로 가까워질수록 보이는 크기는 커지지만 태양빛을 받는 면의 일부분만 볼 수 있으므로 초승달 또는 그믐달에 가까운 형태로 관측된다. 그리고 최대 이각의 위치에 있을 때에는 반달에 가까운 형태로 관측된다.

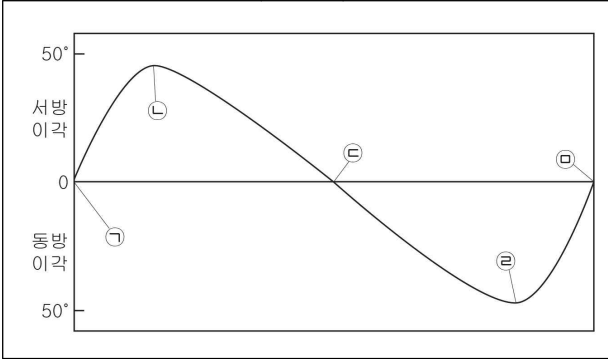
마지막으로 금성의 밝기는 보이는 크기와 지구와의 거리에 따라 결정된다. 금성은 동방 최대 이각을 지나 내합으로 갈수록 점점 밝아지다가 밝기가 줄어든다. 일정 위치까지는 보이는 면이 줄어드는 효과보다 거리가 가까워지는 효과가 크게 작용을 하여 더 밝게 보인다. 그러다가 일정 위치를 지나 내합의 위치에 가까워질수록 거리가 가까워지는 효과보다 보이는 면이 줄어드는 효과가 커지기 때문에 밝기가 줄어든다. 마찬가지로 금성의 밝기는 내합을 지나 서방 최대 이각으로 갈수록 더 밝아지다가 서방 최대 이각에 가까워질수록 밝기가 줄어들게 된다.

\* 각거리: 관측자로부터 두 천체에 이르는 두 직선이 이루는 각도로 나타내는 천체 간 거리.

## 21. 뒷글을 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 관측자가 관측한 천체의 움직임은 천체의 실제 움직임과는 다르다.
- ② 걸보기 운동은 천체를 중심으로 관측자의 위치 변화를 살펴본 것이다.
- ③ 지구상의 관측자에게 천체의 위치는 관측 시기에 따라 다르게 보인다.
- ④ 걸보기 운동에서 보이는 천체 움직임의 방향은 지구 자전 방향과 반대이다.
- ⑤ 북반구 중위도에 서서 북쪽을 바라보는 관측자에게 서쪽은 관측자의 왼쪽 방향에 해당한다.

※ 다음은 금성의 이각을 일정 기간 지구에서 관측하여 그래프로 나타낸 것이다. 윗글과 그래프를 바탕으로 22번과 23번 물음에 답하시오.



22. 윗글을 읽은 학생이 ㉠에 대해 <보기>와 같이 반응했다고 할 때, ㉠~㉣에 들어갈 말로 적절한 것은?

< 보 기 >

“금성의 위치가 ㉠일 때, 금성은 태양보다 ( ㉠ )에 위치하지만, 북반구 중위도에 있는 관측자가 보기에는 ( ㉡ ) 하늘에서 볼 수 있어. 그러므로 새벽에는 금성이 관측자의 지평선 ( ㉢ )에, 초저녁에는 지평선 ( ㉣ )에 있겠군.”

- |   |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|
|   | ㉠  | ㉡  | ㉢  | ㉣  |
| ① | 동쪽 | 서쪽 | 위  | 위  |
| ② | 동쪽 | 서쪽 | 아래 | 위  |
| ③ | 서쪽 | 동쪽 | 위  | 아래 |
| ④ | 서쪽 | 동쪽 | 아래 | 위  |
| ⑤ | 서쪽 | 동쪽 | 아래 | 아래 |

23. 윗글을 바탕으로 ㉠~㉣에 대해 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

- ① 금성의 이각이 ㉠에서 ㉡으로 변할수록 각거리는 커지며, 금성을 볼 수 있는 시간은 길어진다.
- ② 금성의 이각이 ㉡에서 ㉢으로 변할수록 금성을 볼 수 있는 시간은 짧아지며, 점점 보름달에 가까운 형태로 볼 수 있다.
- ③ 금성의 이각이 ㉢에서 ㉣으로 변할수록 금성을 볼 수 있는 시간은 길어지며, 점점 반달에 가까운 형태로 볼 수 있다.
- ④ 금성의 이각이 ㉢에서 ㉣으로 변할수록 각거리는 작아지며, 관측자에게 보이는 형태가 점점 달라진다.
- ⑤ 금성의 이각이 ㉢에서 ㉣으로 변할수록 금성을 볼 수 있는 시간은 길어지며, 점점 초승달에 가까운 형태로 볼 수 있다.

24. 윗글과 <보기>에 대해 알 수 있는 내용으로 적절한 것은?

< 보 기 >

지구 공전 궤도보다 바깥쪽을 도는 천체를 외행성이라 하는데, 지구에서 관측하기 쉬운 외행성은 화성이 대표적이다. 화성, 지구, 태양의 위치 관계를 살펴보면 태양-지구-화성의 순으로 위치할 때를 '충'이라고 하며, 화성-태양-지구의 순으로 위치할 때를 '합'이라 부른다. 또한 화성이 지구를 중심으로 태양과 90°로 놓이는 때를 '구'라고 하는데, 화성이 동쪽에 있으면 '동구', 서쪽에 있으면 '서구'로 구분한다. 또한 화성은 이각이 180°일 때 가장 밝게 보이며, 지구와의 거리에 따라 크기가 변한다. 즉 지구에서 가까울수록 더 크게 관측되지만, 멀수록 더 작게 관측된다.

- ① 금성은 최대 이각에서 가장 크게, 화성은 합에서 가장 밝게 관측된다.
- ② 금성은 최대 이각에서 가장 밝게, 화성은 합에서 가장 작게 관측된다.
- ③ 금성은 내합 부근에서 가장 크게, 화성은 충에서 가장 밝게 관측된다.
- ④ 금성은 내합 부근에서 가장 밝게, 화성은 충에서 가장 작게 관측된다.
- ⑤ 금성은 외합 부근에서 가장 밝게, 화성은 구에서 가장 크게 관측된다.

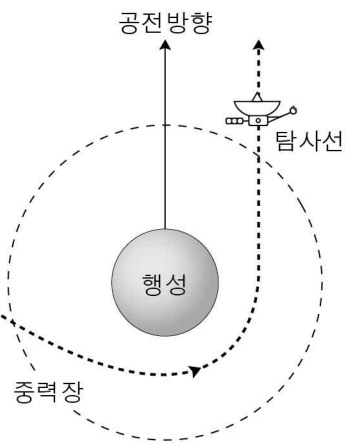
25. 밑줄 친 단어 중, ㉠와 문맥적 의미가 가장 유사한 것은?

- ① 운동을 해서 다리에 힘을 붙였다.
- ② 그는 나에게 다정하게 말을 붙여 왔다.
- ③ 아이와 정을 붙이고 나니 떨어지기가 싫다.
- ④ 아이들에게 희망을 붙이고 사는 것이 큰 낙이다.
- ⑤ 그는 자기 소설에 어떤 제목을 붙일까 고민 중이다.

[39~42] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

우주 탐사선이 지구에서 태양계 끝까지 날아가기 위해서는 일정 속도 이상에 이르러야 한다. 그러나 탐사선의 추진력만으로는 이러한 속도에 도달하기 어렵다. 추진력을 마음껏 얻을 수 있을 정도로 큰 추진체가 달린 탐사선을 만들 수 없기 때문이다. 대신에 탐사선을 다른 행성에 접근시키는 ‘스윙바이(Swing-by)’를 통해 속도를 얻는다. 스윙바이란, 말 그대로 탐사선이 행성에 잠깐 다가갔다가 다시 멀어지는 것이다. 탐사선이 행성에 다가갔다가 멀어지는 것만으로 어떻게 속도를 얻을 수 있는지 그 원리에 대해 알아보자.

스윙바이의 원리를 이해하기 위해서는 행성이 정지한 채로 있지 않고 태양 주위를 공전한다는 점을 떠올려야 한다. 그리고 뒤에서 바람이 불면 달리기 속도가 빨라지듯이 외부의 영향으로 물체의 속도가 변한다는 점도 기억해야 한다. 탐사선을 행성에 접근시켜 행성의 공전을 이용하는 스윙바이



는 그림과 같이 나타낼 수 있다. 탐사선이 **공전하는 행성**에 접근하여 중력의 영향권인 중력장에 진입할 때에는 행성의 공전 방향과 탐사선의 진입 방향이 서로 달라 탐사선의 속도 증가는 크지 않다. 그런데 탐사선이 곡선 궤도를 그리며 방향을 바꾸어 행성의 공전 방향에 가까워지면 탐사선의 속도는 크게 증가된다. 왜냐하면 탐사선이 행성에서 멀어지는 방향이 행성의 공전 방향에 가까울수록 스윙바이를 통한 속도 증가의 효과는 크기 때문이다.

탐사선의 속도 증가에 행성의 중력도 영향을 미친다고 생각할 수도 있다. 탐사선이 행성에 다가가다 보면 행성이 끌어당기는 중력의 영향으로 탐사선의 속도가 증가하기 때문이다. 그러나 스윙바이를 마친 후 탐사선의 ‘속도의 크기’ 변화에 행성의 중력이 영향을 미치지 않는 것이다. 왜냐하면 탐사선이 행성 중력의 영향권에서 벗어나면서 중력의 영향으로 얻은 만큼의 속도를 잃기 때문이다. 탐사선을 롤러코스터에 비유한다면 쉽게 이해할 수 있다. 롤러코스터는 높은 곳에서 낮은 곳으로 내려갈 때 속도가 증가하지만, 가장 낮은 지점을 지나 다시 위로 올라가면서 속도가 감소한다.

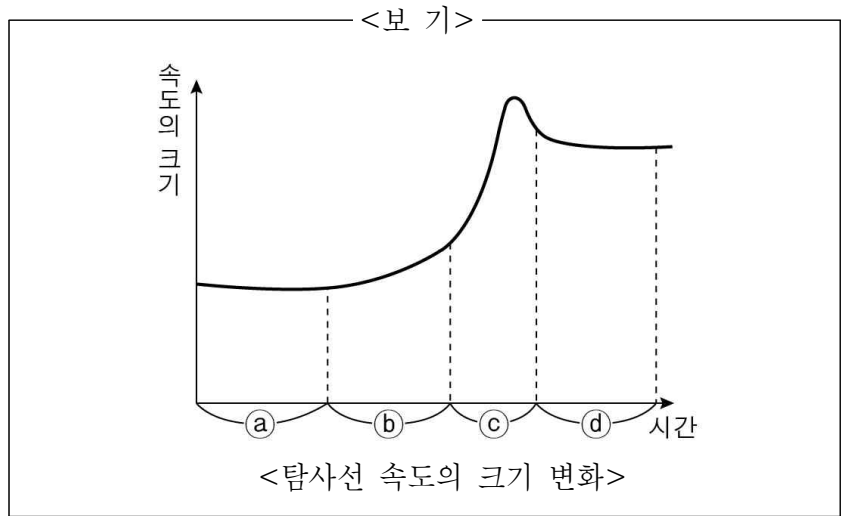
① 스윙바이는 행성의 공전 속도를 훔쳐오는 것이다. 그런데 운동량 보존 법칙에 따라 스윙바이를 통해 탐사선과 행성이 주고받은 운동량은 같다. 이 말은 탐사선의 속도가 빨라진 것처럼 행성의 속도는 느려졌다는 것을 의미한다. 서로 주고받은 운동량은 질량과 속도 변화량을 곱한 것이므로 행성에 비해 질량이 작은 탐사선은 속도가 크게 증가하지만, 질량이 매우 큰 행성은 속도가 거의 줄어들지 않는다. 실제로 지구와의 스윙바이를 통해 초속 8.9km의 속도를 얻은 ‘갈릴레오 호’로 인해 지구의 공전 속도는 1억 년 동안 1.2cm 쯤 늦어지게 되었다.

39. 윗글을 읽고 답할 수 있는 질문이 아닌 것은?

- ① 탐사선이 스윙바이를 하는 까닭은?
- ② 스윙바이 동안에 행성의 중력이 변하는 이유는?
- ③ 스윙바이를 할 때 행성의 공전이 중요한 이유는?
- ④ 스윙바이를 통해 속도를 효과적으로 얻는 방법은?
- ⑤ 스윙바이 후 행성의 공전 속도 변화가 매우 작은 이유는?

40. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해할 때, 적절하지 않은 것은?

[3점]



- ① a에서 탐사선은 행성의 중력에 영향을 받지 않는다.
- ② b에서 탐사선은 행성에 점점 가까워진다.
- ③ 스윙바이로 속도가 빨라진 탐사선은 d에서 행성으로부터 멀어져 간다.
- ④ b에서 속도의 크기 변화는 c에서 속도의 크기 변화와 같다.
- ⑤ 탐사선은 b~c에서 방향을 바꾸어 행성의 공전 방향에 가까워진다.

41. <보기>는 스윙바이의 이해를 돕기 위한 사례이다. 윗글의 **공전하는 행성**과 가장 유사한 것은?

<보기>

어떤 사람이 공수가 탄 말을 출발시켰다. 시속 30km로 달리는 말 위에서 공수가 말의 진행방향으로 시속 150km의 화살을 쏘아, 정면에 있는 과녁에 맞힌다면 공수에게 화살은 시속 150km로 날아가는 것으로 보인다. 그런데 옆에 서 있는 사람에게는 그 화살이 시속 180km로 날아가는 것으로 관찰된다.

- ① 어떤 사람                      ② 달리는 말                      ③ 화살
- ④ 정면에 있는 과녁              ⑤ 옆에 서 있는 사람

42. ㉠을 이해한 것으로 적절한 것은?

- ① 탐사선이 얻은 속도와 행성이 잃은 공전 속도가 같다.
- ② 탐사선이 얻은 속도가 행성이 잃은 공전 속도보다 작다.
- ③ 탐사선이 얻은 운동량이 행성이 잃은 운동량과 같다.
- ④ 탐사선이 얻은 운동량이 행성이 잃은 운동량보다 작다.
- ⑤ 탐사선이 잃은 운동량이 행성이 얻은 운동량보다 크다.

◆ 20 LEET 언어이해 25~27번

[25~27] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

1965년 제미니 4호 우주선은 지구 주위를 도는 궤도에서 최초의 우주 랑데부를 시도했다. 궤도에 진입하여 중력만으로 운동 중이던 우주선은 같은 궤도상 전방에 있는 타이탄 로켓과 랑데부하기 위해 접근하고자 했다. 조종사는 속력을 높이기 위해 우주선을 목표물에 향하게 하고 후방 노즐을 통하여 일시적으로 연료를 분사하였다. 하지만 이 후방 분사를 반복할수록 목표물과의 거리는 점점 더 멀어졌고 연료만 소모하자 랑데부 시도를 포기했다.

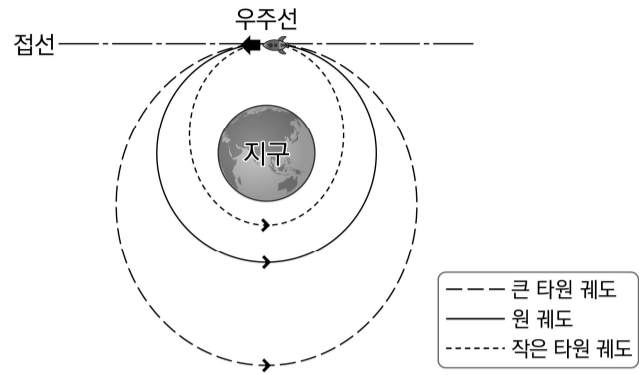
연료를 분사하면 우주선은 분사 방향의 반대쪽으로 추진력을 받는다. 이는 뉴턴의 제3법칙인 ‘두 물체가 서로에게 작용하는 힘은 항상 크기가 같고, 방향은 반대이다.’로 설명할 수 있다. 질량이 큰 바위를 밀면, 내가 바위를 미는 힘이 작용이고, 바위가 나를 반대 방향으로 미는 힘이 반작용이다. 똑같은 크기의 힘을 주고받았는데 내 몸만 움직이는 이유는 뉴턴의 제2법칙인 ‘같은 크기의 힘을 물체에 가했을 때, 물체의 질량과 가속도는 반비례한다.’로 설명할 수 있다. 연료를 연소해 기체를 분사하는 힘은 작용이고, 그 반대 방향으로 우주선에 작용하는 추진력은 반작용이다. 우주선에 비해 연료 기체의 질량은 작더라도 연료 기체를 고속 분사하면 우주선은 충분한 가속도를 얻는다.

지구 궤도를 도는 우주선은 우주에 자유롭게 떠 있는 것 같지만, 기체 분사에 의한 힘 외에 중력이 작용하고 있어서 그 영향을 고려해야 한다. 우주선은 지구의 중력을 받으며 원 또는 타원 궤도를 빠르게 돈다. 이때 궤도를 한 바퀴 도는 데 걸리는 시간인 주기는 궤도의 지름이 클수록 더 길다. 우주선은 속력과 관련된 운동 에너지( $K$ )와 중력에 관련된 중력 위치 에너지( $U$ )를 가진다.

$$K = \frac{1}{2}mv^2, U = -\frac{GMm}{r}$$

$G$ : 만유인력 상수,  $M$ : 지구의 질량,  $m$ : 우주선의 질량,  
 $r$ : 지구중심과 우주선의 거리,  $v$ : 우주선의 속력.

운동 에너지는 우주선 속력의 제곱에 비례한다. 우주선의 중력 위치 에너지는 우주선이 지구에서 무한대 거리에 있으면 0으로 정의되고, 지구에 가까워지면 그 값은 작아지므로 음수이다. 즉, 우주선이 지구에 가까워질수록 중력 위치 에너지는 작아지고, 멀수록 중력 위치 에너지는 커진다. 운동 에너지와 중력 위치 에너지의 합인 역학적 에너지( $E$ )는  $E = K + U$ 로 표현된다. 지구의 중력만 작용할 때, 궤도 운동하는 우주선의 역학적 에너지는 크기가 일정하게 보존된다. 역학적 에너지가 보존될 때, 궤도 운동하는 우주선이 지구 중심에서 멀어지면 속력이 느려지고 가까워지면 속력이 빠르게 된다. 또한 원 궤도에서 작용하는 중력의 크기가 클수록 속력이 빨라진다. 우주선의 궤도는 연료 분사로 속력을 조절해 <그림>과 같이 바뀔 수 있다. 우주선이 운동하는 방향을 전방, 반대 방향을 후방이라 하자. <그림>의 원 궤도에 있는 우주선이 궤도의 접선 방향으로 후방 분사하여 운동 에너지를 증가시키면, 그만큼 역학적 에너지도 증가하여 우주선은 기존의 원 궤도보다 지구로부터 더 멀리 도달할 수 있는 <그림>의 큰 타원 궤도로 진입한다. 하지만 전방 분사하면, 운동 에너지가 감소하고 <그림>의 작은 타원 궤도로 진입하여 우주선은 기존보다 지구에 더 가까워진다.



<그림> 우주선의 궤도와 접선

목표물과 우주선이 같은 원 궤도에서 같은 방향으로 운동할 때, 목표물이 전방에 있는 경우, 우주선이 후방 분사를 하면 궤도의 접선 방향으로 우주선의 속력이 빨라져서 큰 타원 궤도로 진입하게 된다. 따라서 분사가 끝나면, 속력이 주기적으로 변화하고 목표물과의 거리가 더 멀어진다. 반대로, 목표물이 후방에 있는 경우 전방 분사를 하면 <그림>의 작은 타원 궤도로 진입한 우주선의 속력은 원 궤도에서보다 더 느려진 진입 속력과 더 빨라진 최대 속력 사이에서 변화한다. 이때 목표물과의 거리는 더 멀어진다.

랑데부에 성공하려면 우주선을 우리의 직관과 반대로 조종해야 한다. 우주선과 목표물이 같은 원 궤도에서 같은 운동 방향일 때 목표물이 전방에 있다고 하자. 이때 우주선이 일시적으로 전방 분사하면 속력이 느려지고, 기존보다 더 작은 타원 궤도로 진입해서 목표물보다 더 빠른 속력으로 운동할 수 있다. 하지만 궤도가 달라서, 진입한 타원 궤도의 주기가 기존 원 궤도의 주기보다 더 짧다는 것을 이용하여 한 주기 혹은 여러 주기 후 같은 위치에서 만나도록 속력을 조절한다. 목표물보다 낮은 위치에서 충분히 가까워지면, 우주선이 접근하여 랑데부한다.

25. 밑글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 뉴턴의 제3법칙은 우주선 추진의 원리 중 하나이다.
- ② 원 궤도의 지름이 클수록 우주선의 속력이 더 빨라진다.
- ③ 타원 궤도 운동 중인 우주선은 역학적 에너지가 보존된다.
- ④ 우주선이 분사하는 연료 기체는 우주선보다 가속도가 크다.
- ⑤ 원 궤도에 있는 우주선이 속력을 늦추면 회전 주기가 짧아진다.

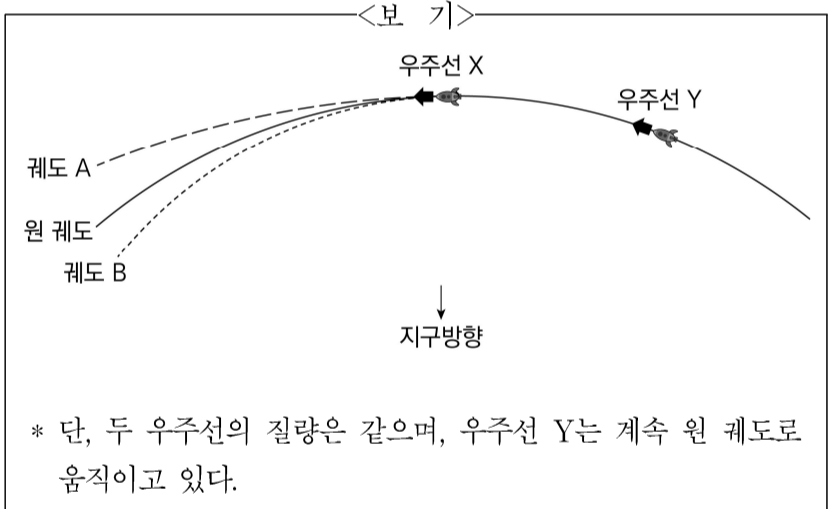
26. 윗글을 바탕으로 추론할 때, <보기>에서 적절한 것만을 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 제미니 4호가 원 궤도상에서 후방 분사를 한 경우라면, 후방 분사 이후의 궤도는 지구로부터 더 멀어질 수 있다.  
 ㄴ. 타원 궤도에 있는 우주선의 운동 에너지 크기와 중력 위치 에너지 크기는 일정하게 유지된다.  
 ㄷ. 원 궤도에 있는 우주선이 궤도의 접선 방향 분사로 역학적 에너지를 증가시키면, 진입한 궤도에서 우주선의 최대 중력 위치 에너지는 커진다.

- ① ㄱ                      ② ㄴ                      ③ ㄱ, ㄷ  
 ④ ㄴ, ㄷ                ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

27. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해할 때, 적절하지 않은 것은?



- ① 전방 분사한 우주선 X가 진입한 궤도에서 가지는 최대 운동 에너지는 우주선 Y보다 더 크다.  
 ② 우주선 X는 궤도 A에서의 최소 중력 위치 에너지가 궤도 B에서의 최소 중력 위치 에너지보다 크다.  
 ③ 후방 분사한 이후의 우주선 X의 중력 위치 에너지의 최솟값은 우주선 Y의 중력 위치 에너지와 같다.  
 ④ 우주선 X가 궤도 A로 진입한 경우, 지구를 한 바퀴 도는 동안 우주선 Y와 같은 운동 에너지를 가지는 궤도상의 지점은 하나이다.  
 ⑤ 우주선 X와 우주선 Y의 가능한 거리 중 최댓값은 우주선 X가 궤도 B로 진입한 경우가 궤도 A로 진입한 경우보다 작다.

[27~32] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

16세기 전반에 서양에서 태양 중심설을 지구 중심설의 대안으로 제시하며 시작된 천문학 분야의 개혁은 경험주의의 확산과 수리 과학의 발전을 통해 형이상학을 뒤바꾸는 변혁으로 이어졌다. 서양의 우주론이 전파되자 중국에서는 중국과 서양의 우주론을 회통하려는 시도가 전개되었고, 이 과정에서 자신의 지적 유산에 대한 관심이 재고되었다.

복잡한 문제를 단순화하여 푸는 수학적 전통을 이어받은 코페르니쿠스는 천체의 운동을 단순하게 기술할 방법을 찾고자 하였고, 그것이 ㉠ 일으킬 형이상학적 문제에는 별 관심이 없었다. 고대의 아리스토텔레스와 프톨레마이오스는 우주의 중심에 고정되어 움직이지 않는 지구의 주위를 달, 태양, 다른 행성들의 천구들과, 항성들이 붙어 있는 항성 천구가 회전한다는 지구 중심설을 내세웠다. 그와 달리 코페르니쿠스는 태양을 우주의 중심에 고정하고 그 주위를 지구를 비롯한 행성들이 공전하며 지구가 자전하는 우주 모형을 ㉡ 만들었다. 그러자 프톨레마이오스보다 훨씬 적은 수의 원으로 행성들의 가지적인 운동을 설명할 수 있었고 행성이 태양에서 멀수록 공전 주기가 길어진다는 점에서 단순성이 충족되었다. 그러나 아리스토텔레스의 형이상학을 고수하는 다수 지식인과 종교 지도자들은 그의 이론을 받아들이려 하지 않았다. 왜냐하면 그것은 지상계와 천상계를 대립시키는 아리스토텔레스의 이분법적 구도를 무너뜨리고, 신의 형상을 ㉢ 지닌 인간을 한갓 행성의 거주자로 전락시키는 것으로 여겨졌기 때문이다.

16세기 후반에 브라헤는 코페르니쿠스 천문학의 장점은 인정하면서도 아리스토텔레스 형이상학과의 상충을 피하고자 우주의 중심에 지구가 고정되어 있고, 달과 태양과 항성들은 지구 주위를 공전하며, 지구 외의 행성들은 태양 주위를 공전하는 모형을 제안하였다. 그러나 케플러는 우주의 수적 질서를 신봉하는 형이상학인 신플라톤주의에 매료되었기 때문에, 태양을 우주 중심에 배치하여 단순성을 추구한 코페르니쿠스의 천문학을 받아들였다. 하지만 그는 경험주의자였기에 브라헤의 천체 관측치를 활용하여 태양 주위를 공전하는 행성의 운동 법칙들을 수립할 수 있었다. 우주의 단순성을 새롭게 보여 주는 이 법칙들은 아리스토텔레스 형이상학을 더 이상 온존할 수 없게 만들었다.

17세기 후반에 뉴턴은 태양 중심설을 역학적으로 정당화하였다. 그는 만유인력 가설로부터 케플러의 행성 운동 법칙들을 성공적으로 연역했다. 이때 가정된 만유인력은 두 질점\*이 서로 당기는 힘으로, 그 크기는 두 질점의 질량의 곱에 비례하고 거리의 제곱에 반비례한다. 지구를 포함하는 천체들이 밀도가 균질하거나 구 대칭\*을 이루는 구라면 천체가 그 천체 밖 어떤 질점을 당기는 만유인력은, 그 천체를 잘게 나눈 부피 요소들 각각이 그 천체 밖 어떤 질점을 당기는 만유인력을 모두 더하여 구할 수 있다. 또한 여기에서 지구보다 질량이 큰 태양과 지구가 서로 당기는 만유인력이 서로 같음을 증명할 수 있다. 뉴턴은 이 원리를 적용하여 달의 공전 궤도와 사과 낙하 운동 등에 관한 실측값을 연역함으로써 만유인력의 실재를 입증하였다.

[A]

16세기 말부터 중국에 본격 유입된 서양 과학은, 청 왕조가 1644년 중국의 역법(曆法)을 기반으로 서양 천문학 모델과 계산법을 수용한 시헌력을 공식 채택함에 따라 그 위상이 구체화되었다. 브라헤와 케플러의 천문 이론을 차례대로 수용하여 정확도를 높인 시헌력이 생활 리듬으로 자리 잡았지만, 중국 지식인들은 서양 과학이 중국의 지적 유산에 적절히 연결되지 않으면 아무리 효율적이라도 불온한 요소로 ㉣ 여겼다. 이에 따라 서양 과학에 매료된 학자들도 어떤 방식으로든 ㉤ 서양 과학과 중국 전통 사이의 적절한 관계 맺음을 통해 이 문제를 해결하고자 하였다.

17세기 옹명우와 방이지 등은 중국 고대 문헌에 수록된 우주론에 대해서는 부정적 태도를 견지하면서 성리학적 기론(氣論)에 입각하여 실증적인 서양 과학을 재해석한 독창적 이론을 제시하였다. 수성과 금성이 태양 주위를 회전한다는 그들의 태양계학설은 브라헤의 영향이었지만, 태양의 크기에 대한 서양 천문학 이론에 의문을 제기하고 기(氣)와 빛을 결부하여 제시한 광학 이론은 그들이 창안한 것이었다.

17세기 후반 왕석천과 매문정은 서양 과학의 영향을 받아 경험적 추론과 수학적 계산을 통해 우주의 원리를 파악하고자 하였다. 그러면서 서양 과학의 우수한 면은 모두 중국 고전에 이미 ㉥ 갖추어져 있던 것인데 옹명우 등이 이를 깨닫지 못한 채 성리학 같은 형이상학에 몰두했다고 비판했다. 매문정은 고대 문헌에 언급된, 하늘이 땅의 네 모퉁이를 가릴 수 없을 것이라는 증자의 말을 땅이 둥글다는 서양 이론과 연결하는 등 서양 과학의 중국 기원론을 뒷받침하였다.

중국 천문학을 중심으로 서양 천문학을 회통하려는 매문정의 입장은 18세기 초를 기점으로 중국의 공식 입장으로 채택되었으며, 이 입장은 중국의 역대 지식 성과물을 망라한 총서인 『사고전서』에 그대로 반영되었다. 이 총서의 편집자들은 고대부터 당시까지 쏟아진 천문 관련 문헌들을 정리하여 수록하였다. 이와 같이 고대 문헌에 담긴 우주론을 재해석하고 확인하려는 경향은 19세기 중엽까지 주를 이루었다.

- \* 질점: 크기가 없고 질량이 모여 있다고 보는 이론상의 물체.
- \* 구 대칭: 어떤 물체가 중심으로부터 모든 방향으로 같은 거리에서 같은 특성을 갖는 상태.

27. 다음은 윗글을 읽은 학생의 독서 기록 중 일부이다. 윗글을 참고할 때, '점검 결과'로 적절하지 않은 것은?

○ 읽기 계획: 1문단을 훑어보면서 뒷부분을 예측하고 질문 만들기 한 후, 글을 읽고 점검하기

예측 및 질문 내용	점검 결과
○ 서양의 우주론에 태양 중심설과 지구 중심설의 개념이 소개되어 있을 것이다.	예측과 같음..... ①
○ 서양의 우주론의 영향으로 변화된 중국의 우주론이 소개되어 있을 것이다.	예측과 다름..... ②
○ 서양에서 태양 중심설을 제기한 사람은 누구일까?	질문의 답이 제시됨..... ③
○ 중국에서 서양의 우주론을 접하고 회통을 시도한 사람은 누구일까?	질문의 답이 제시됨..... ④
○ 중국에 서양의 우주론을 전파한 서양의 인물은 누구일까?	질문의 답이 언급되지 않음..... ⑤

28. 윗글에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

- ① 서양과 중국에서는 모두 우주론을 정립하는 과정에서 형이상학적 사고에 대한 재검토가 이루어졌다.
- ② 서양 천문학의 전래는 중국에서 자국의 우주론 전통을 재인식하는 계기가 되었다.
- ③ 중국에 서양의 천문학적 성과가 자리 잡게 된 데에는 국가의 역할이 작용하였다.
- ④ 중국에서는 18세기에 자국의 고대 우주론을 긍정하는 입장이 주류가 되었다.
- ⑤ 서양에서는 중국과 달리 경험적 추론에 기초한 우주론이 제기되었다.

29. 윗글에 나타난 **서양의 우주론**에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 항성 천구가 고정되어 있다고 보는 아리스토텔레스의 우주론은 천상계와 지상계를 대립시킨 형이상학을 토대로 한 것이었다.
- ② 많은 수의 원을 써서 행성의 가시적 운동을 설명한 프톨레마이오스의 우주론은 행성이 태양에서 멀수록 공전 주기가 길어진다는 점에서 단순성을 갖는 것이었다.
- ③ 지구와 행성이 태양 주위를 공전한다는 코페르니쿠스의 우주론은 이전의 지구 중심설보다 단순할 뿐 아니라 아리스토텔레스의 형이상학과 양립이 가능한 것이었다.
- ④ 지구가 우주 중심에 고정되어 있고 다른 행성을 거느린 태양이 지구 주위를 돈다는 브라헤의 우주론은 아리스토텔레스의 형이상학에서 자유롭지 못한 것이었다.
- ⑤ 태양 주위를 공전하는 행성의 운동 법칙들을 관측치로부터 수립한 케플러의 우주론은 신플라톤주의에서 경험주의적 근거를 찾은 것이었다.

30. ㉠에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

- ① 중국에서 서양 과학을 수용한 학자들은 자국의 지적 유산에 서양 과학을 접목하려 하였다.
- ② 서양 천문학과 관련된 내용이 중국의 역대 지식 성과를 집대성한 『사고전서』에 수록되었다.
- ③ 방이지는 서양 우주론의 영향을 받았지만 서양의 이론과 구별되는 새 이론의 수립을 시도하였다.
- ④ 매문정은 중국 고대 문헌에 나타나는 천문학적 전통과 서양 과학의 수학적 방법론을 모두 활용하였다.
- ⑤ 성리학적 기론을 긍정한 학자들은 중국 고대 문헌의 우주론을 근거로 서양 우주론을 받아들여 새 이론을 창안하였다.

31. <보기>를 참고할 때, [A]에 대한 이해로 적절하지 않은 것은? [3점]

<보 기>

구는 무한히 작은 부피 요소들로 이루어져 있다. 그 부피 요소들이 빈틈없이 한 겹으로 배열되어 구 껍질을 이루고, 그런 구 껍질들이 구의 중심 O 주위에 반지름을 달리 하며 양과처럼 겹겹이 싸여 구를 이룬다. 이때 부피 요소는 그것의 부피와 밀도를 곱한 값을 질량으로 갖는 질점으로 볼 수 있다.

(1) 같은 밀도의 부피 요소들이 하나의 구 껍질을 구성하면, 이 부피 요소들이 구 외부의 질점 P를 당기는 만유인력들의 총합은, 그 구 껍질과 동일한 질량을 갖는 질점이 그 구 껍질의 중심 O에서 P를 당기는 만유인력과 같다.

(2) (1)에서의 구 껍질들이 구를 구성할 때, 그 중심의 구 껍질들이 P를 당기는 만유인력들의 총합은, 그 구와 동일한 질량을 갖는 질점이 그 구의 중심 O에서 P를 당기는 만유인력과 같다.

(1), (2)에 의하면, 밀도가 균질하거나 구 대칭인 구를 구성하는 부피 요소들이 P를 당기는 만유인력들의 총합은, 그 구와 동일한 질량을 갖는 질점이 그 구의 중심 O에서 P를 당기는 만유인력과 같다.

- ① 밀도가 균질한 하나의 행성을 구성하는 동심의 구 껍질들이 같은 두께일 때, 하나의 구 껍질이 태양을 당기는 만유인력은 그 구 껍질의 반지름이 클수록 커지겠군.
- ② 태양의 중심에 있는 질량이  $m$ 인 질점이 지구 전체를 당기는 만유인력은, 지구의 중심에 있는 질량이  $m$ 인 질점이 태양 전체를 당기는 만유인력과 크기가 같겠군.
- ③ 질량이  $M$ 인 지구와 질량이  $m$ 인 달은, 둘의 중심 사이의 거리만큼 떨어져 있으면서 질량이  $M$ ,  $m$ 인 두 질점 사이의 만유인력과 동일한 크기의 힘으로 서로 당기겠군.
- ④ 태양을 구성하는 하나의 부피 요소와 지구 사이에 작용하는 만유인력은, 지구를 구성하는 모든 부피 요소들과 태양의 그 부피 요소 사이에 작용하는 만유인력들을 모두 더하면 구해지겠군.
- ⑤ 반지름이  $R$ , 질량이  $M$ 인 지구와 지구 표면에서 높이  $h$ 에 중심이 있는 질량이  $m$ 인 구슬 사이의 만유인력은,  $R+h$ 의 거리만큼 떨어져 있으면서 질량이  $M$ ,  $m$ 인 두 질점 사이의 만유인력과 크기가 같겠군.

32. 문맥상 ㉠~㉥와 바꿔 쓴 것으로 가장 적절한 것은?

- ① ㉠: 진작(振作)할
- ② ㉡: 고안(考案)했다
- ③ ㉢: 소지(所持)한
- ④ ㉣: 설정(設定)했다
- ⑤ ㉤: 시사(示唆)되어

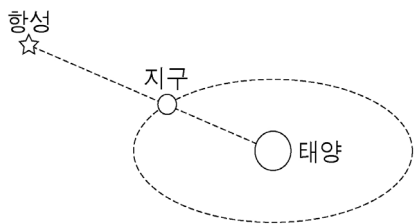
◆ 11 수능 32~36번

[32~36] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오.

1582년 10월 4일의 다음날이 1582년 10월 15일이 되었다. 10일이 사라지면서 혼란이 예상되었으나 교황청은 과감한 조치를 단행했던 것이다. 이로써 ㉠그레고리력이 시행된 국가에서는 이듬해 춘분인 3월 21일에 밤과 낮의 길이가 같아졌다. 그레고리력은 코페르니쿠스의 지동설이 무시당하고 여전히 천동설이 지배적이었던 시절에 부활절을 정확하게 지키려는 필요에 의해 제정되었다.

그 전까지 유럽에서는 ㉡율리우스력이 사용되고 있었다. 카이사르가 제정한 태양력의 일종인 율리우스력은 제정 당시에 알려진 1년 길이의 평균값인 365일 6시간에 근거하여 평년은 365일, 4년마다 돌아오는 윤년은 366일로 정했다. 율리우스력의 4년은 실제보다 길었기에 절기는 조금씩 앞당겨져 16세기 후반에는 춘분이 3월 11일에 도래했다. 이것은 춘분을 지나서 첫 보름달이 뜬 후 첫 번째 일요일을 부활절로 정한 교회의 전통적 규정에서 볼 때, 부활절을 정확하게 지키지 못하는 문제를 낳았다. 그것이 교황 그레고리우스 13세가 역법 개혁을 명령한 이유였다.

그레고리력의 기초를 놓은 인물은 릴리우스였다. 그는 당시 천문학자들의 생각처럼 복잡한 천체 운동을 반영하여 역법을 고안하면 일반인들이 어려워할 것이라 보고, 율리우스력처럼 눈에 보이는 태양의 운동만을 근거로 1년의 길이를 정할 것을 제안했다. 그런데 무엇을 1년의 길이로 볼 것인가가 문제였다. 릴리우스는 반세기 전에 코페르니쿠스가 지구의 공전 주기인 항성년을 1년으로 본 것을 알고 있었다.



[A] 항성년은 위의 그림처럼 태양과 지구와 어떤 항성이 일직선에 놓였다가 다시 그렇게 될 때까지의 시간이다. 그러나 릴리우스는 교회의 요구에 따라 절기에 부합하는 역법을 창출하고자 했기에 항성년을 1년의 길이로 삼을 수 없었다. 그는 춘분과 다음 춘분 사이의 시간 간격인 회귀년이 항성년보다 짧다는 것을 알고 있었기 때문이었다. 항성년과 회귀년의 차이는 춘분 때의 지구 위치가 공전 궤도상에서 매년 조금씩 달라지는 현상 때문에 생긴다.

릴리우스는 이 현상의 원인에 관련된 논쟁을 접어 두고, 당시 가장 정확한 천문 데이터를 모아 놓은 알폰소 표에 제시된 회귀년 길이의 평균값을 채택하자고 했다. 그 값은 365일 5시간 49분 16초였고, 이 값을 채용하면 새 역법은 율리우스력보다 134년에 하루가 짧아지게 되어 있었다. 릴리우스는 연도가 4의 배수인 해를 ㉢윤년으로 삼아 하루를 더하는 율리우스력의 방식을 받아들여, 100의 배수인 해는 평년으로, 400의 배수인 해는 다시 윤년으로 하는 규칙을 추가할 것을 제안했다. 이것은 1만 년에 3일이 절기와 차이가 생기는 정도였다. 이리하여

그레고리력은 과학적 논쟁에 휘말리지 않으면서도 절기에 더 잘 들어맞는 특성을 갖게 되었다. 그 결과 새 역법은 종교적 필요를 떠나 일상생활의 감각과도 잘 맞아서 오늘날까지 널리 사용되고 있다.

32. 위 글의 내용과 일치하는 것은? [1점]

- ① 두 역법 사이의 10일의 오차는 조금씩 나누어 몇 년에 걸쳐 수정되었다.
- ② 과학계의 반대에도 불구하고 역법 개혁안이 권력에 의해 강제되었다.
- ③ 릴리우스는 교회의 요구에 부응하여 역법 개혁안을 마련했다.
- ④ 릴리우스는 천문 현상의 원인 구명에 큰 관심을 가졌다.
- ⑤ 그레고리력이 선포된 시점에는 지동설이 지배적이었다.

33. 위 글과 <보기>를 함께 읽은 후의 반응으로 적절하지 않은 것은?

<보 기>

보름달이 돌아오는 주기를 기준으로 하여 만든 역법인 음력에서는 30일과 29일이 든 달을 번갈아 써서, 평년은 한 해가 열두 달로 354일이다. 그런데 이것은 지구의 공전 주기와 많이 다르므로, 윤달을 추가하여 열세 달이 한 해가 되는 윤년을 대략 19년에 일곱 번씩 두게 된다. 전통적으로 동양에서는 이런 방식으로 역법을 만들고 대략 15일 간격의 24절기를 태양의 움직임에 따라 정해 놓음으로써 계절의 변화를 쉽게 알 수 있게 했다. 이러한 역법을 '태음태양력'이라고 한다.

- ① 부활절을 정할 때는 음력처럼 달의 모양을 고려했군.
- ② 동서양 모두 역법을 만들기 위해 천체의 운동을 고려했군.
- ③ 서양의 태양력에서도 보름달이 돌아오는 주기를 고려했군.
- ④ 그레고리력의 1년은 태음태양력의 열두 달과 일치하지 않는군.
- ⑤ 윤달이 첨가된 태음태양력의 윤년은 율리우스력의 윤년보다 길겠군.

34. ㉠과 ㉡을 비교한 설명으로 적절한 것은?

- ① ㉠과 ㉡에서 서기 1700년은 모두 윤년이다.
- ② ㉠은 ㉡보다 더 정확한 관측치를 토대로 제정되었다.
- ③ ㉠을 쓰면 ㉡을 쓸 때보다 윤년이 더 자주 돌아온다.
- ④ ㉡은 ㉠보다 절기에 더 잘 들어맞는다.
- ⑤ ㉡은 ㉠보다 나중에 제정되었지만 더 보편적으로 쓰인다.

35. [A]를 이해하기 위해 <보기>를 활용할 때 ㉠~㉣에 해당하는 것은?

<보 기>

○○시에 있는 원형 전망대 식당은 그 식당의 중심을 축으로 조금씩 회전한다. ㉠ 철수는 창밖의 폭포에 가장 가까운 창가 식탁에서 일어나 전망대의 회전 방향과 반대 방향으로 창가를 따라 걸었다. 철수가 한 바퀴를 돌아 그 식탁으로 돌아오는 데 ㉡ 57초가 걸렸는데, 폭포에 가장 가까운 창가 위치까지 돌아오는 데에는 ㉢ 60초가 걸렸다.

- |   | ㉠  | ㉡   | ㉢   |
|---|----|-----|-----|
| ① | 항성 | 항성년 | 회귀년 |
| ② | 항성 | 회귀년 | 항성년 |
| ③ | 지구 | 회귀년 | 회귀년 |
| ④ | 지구 | 항성년 | 회귀년 |
| ⑤ | 지구 | 회귀년 | 항성년 |

36. ㉠의 '으로'와 쓰임이 가장 가까운 것은?

- ① 이 안경테는 플라스틱으로 만들어서 가볍다.
- ② 그 문제는 가능하면 토론으로 해결하자.
- ③ 그가 동창회의 차기 회장으로 뽑혔다.
- ④ 사장은 간부들을 현장으로 불렀다.
- ⑤ 지난겨울에는 독감으로 고생했다.

## ◆ 07 MDEET 언어추론 13~15번

[13~15] 다음을 읽고 물음에 답하십시오.

예로부터 동아시아에서 사용했던 달력은 흔히 '음력'으로 알고 있지만, 실은 해와 달의 운동을 모두 고려한 '태음태양력'이다. 태음태양력에서는 약 29.53일인 삭망월을 한 달의 길이로 정하고, 해와 달이 한 줄로 늘어서 있어 달이 보이지 않을 때를 매월 1일로 삼았다. 이에 따라 큰달은 30일, 작은달은 29일이 되었으나 그 순서는 일정하지 않았다. 그런데 달의 운행만을 고려하면 계절의 변화를 제대로 보여 주지 못하므로 해의 운행에 따른 24절기를 별도로 정해 날짜와 함께 사용했다.

그렇지만 해와 달의 운동을 동시에 고려하면 그 주기가 일치하지 않는 곤란한 문제가 발생한다. 즉, 해의 운행에 따른 일 년의 길이는 약 365.25일이고, 달의 운행만을 고려한 일 년의 길이는 약 354.36일(29.53×12개월)이어서 11일 가량 차이가 나는 것이다. 윤달은 이런 차이를 보정하기 위한 것이었는데, 어느 달을 윤달로 정할까를 결정하기 위해 '무중치윤법(無中置閏法)'이 고안되었다. 무중치윤법에서는 해가 운행하는 궤도인 황도를 12등분하여 각각에 24절기를 순서대로 두 가지씩 배당하는데, 각 달의 전반부에 배당된 입춘, 경칩, 청명 등을 절기, 후반부에 배당된 우수, 춘분, 곡우 등을 중기라고 불렀다. 여기에서 12등분된 황도는 각각 태양력의 12달에 해당하고, 매달의 길이는 약 30.44일(365.25일÷12개월)이 되어 태음력에서 정한 한 달의 길이와 하루 정도 차이가 난다. 이런 차이가 누적되면 특정한 달에 중기가 없는 경우가 있게 되는데 이를 무중월(無中月)이라 했다. 무중월에 윤달을 배치하는 방법이 바로 무중치윤법으로, 윤달은 대개 19년에 7번씩 들게 되었다.

동아시아의 전통 사회에서 달력에 관한 일은 천체의 운동을 관측하고 계산하는 분야였던 '역법(曆法)'에 속했으며, 역법은 천명(天命)을 받은 최고 통치자 곧 군주(君主)의 통치 행위와 밀접하게 관련되어 있었다. 즉, 군주는 자신에게 명을 내려 준 하늘의 뜻을 천체의 운동을 통해 헤아리고자 했는데, 역법은 하늘의 뜻을 제대로 이해하는 수단이자 상징이었다. 동시에 군주는 정확한 역법을 제정하여 달력을 통해 하늘의 뜻을 일반 백성들에게까지 전달함으로써 천명을 실천하고자 했다. 나아가 군주는 더 좋은 역법, 다시 말해 하늘의 뜻에 더 잘 부합하는 역법을 만들어 자신의 권위를 높이고 통치의 정당성을 더욱 선명하게 드러내고자 했던 것이다.

역법에서 해와 달의 운행뿐만 아니라 행성의 움직임까지 중요하게 고려했던 것 역시 역법에 대한 동아시아인들의 이러한 독특한 관념 속에서 이해할 수 있다. 날짜를 정하는 일은 태양력일 경우에는 해의 운행, 태음력일 경우에는 달의 운행에 대한 지식만이 필요할 뿐이다. 태음태양력일 경우에도 해와 달의 운행만을 고려하면 충분하며, 행성의 운행은 달력의 제작과는 직접 관계가 없다. 그럼에도 불구하고 동아시아인들은 일찍부터 행성의 운행에 주목했으며, 그 결과 늦게 잡아도 한(漢)나라 때부터는 당시에 알려져 있었던 모든 행성 곧 오행성의 운동을 정확하게 관측하고 계산하는 일도 역법에 포함시키게 되었다.

동아시아의 달력은 이러한 역법의 산물이었으므로, 날짜를 알려 주는 것 이상의 역할을 했다. 예컨대 태양력을 통해서는 황도 위에 있는 해의 위치만을 알 수 있는 데 비해, 동아시아의 달력을 통해서는 더 많은 정보를 얻을 수 있었다. 또한 날짜를 월일

(月日)이 아닌 연월일(年月日)로 표시할 수도 있게 되었다. 이때 [해년]을 표시하는 것과 직접 관련이 있어서 흔히 세성(歲星)이라고 불렀던 목성이 중요한 역할을 했다. 이미 기원전부터 세성의 운행 주기가 약 12년이라는 사실을 알고 있었던 동아시아인들은 12년을 주기로 하는 '세성기년법(歲星紀年法)'을 사용했는데, 이는 마치 12등분으로 구획된 시계를 보고 시간을 알아내는 것처럼 하늘에서 목성이 머무는 위치를 이용하여 해를 아는 방법이었다.

13. 위 글에서 추론한 것으로 타당하지 않은 것은?

- ① 동아시아 달력에는 해와 달의 위치뿐 아니라 행성의 위치까지도 표시되었을 것이다.
- ② 태음태양력에는 일 년의 길이를 해의 운행 주기에 맞추려는 생각이 들어 있었을 것이다.
- ③ 세성기년법을 사용했던 것은 오행성 중에서 목성이 한 해의 계절 변화를 가장 잘 나타낸다고 생각했기 때문일 것이다.
- ④ 역법에서 행성의 움직임까지 중시한 까닭은 행성의 운동을 통해서도 하늘의 뜻을 감지할 수 있다고 생각했기 때문일 것이다.
- ⑤ 태양력에서 2월 29일과 같이 약 4년마다 하루씩 윤일(閏日)을 설정했던 까닭은 달력을 해의 운행에 맞추고자 했기 때문일 것이다.

14. 무중치윤법에 고려된 사항을 <보기>에서 모두 고르면?

<보 기>	
ㄱ. 삭망월	ㄴ. 해의 운행 속도
ㄷ. 24절기의 황도 배당 방법	ㄹ. 해와 달의 상대적인 위치

- ① ㄱ, ㄴ    ② ㄱ, ㄷ    ③ ㄴ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄹ    ⑤ ㄷ, ㄹ

15. 위 글에 제시된 역법에 관한 관념이 가장 잘 드러난 진술은?

- ① 하늘에 관한 일을 맡고 있는 이들이 임금의 명을 받아 하늘의 변화를 살펴 계절의 순서를 바르게 정하자, 이내 음양의 조화가 이루어지고 백성들은 편안한 생활을 누리게 되었다.
- ② 오행성의 움직임은 서로 같지 않으며, 때로 거꾸로 움직이는 것도 있는데, 별이나 별자리는 움직이지 않는 하늘의 날줄과 같고, 오행성은 부지런히 움직이는 하늘의 씨줄과 같은 것이다.
- ③ 천운은 삼십 년이 되면 작게 변하고, 백 년이 되면 조금 크게 변하며, 오백 년이 되면 아주 크게 변하는데, 이와 같은 큰 변화를 세 번 거치면 자연의 변화가 모두 마무리되는 것이다.
- ④ 해와 달과 오행성은 하늘에서 운행하지만 그 가운데 있는 북극성은 굳건하여 움직이지 않으니, 북극성이 밝은 빛을 잃는 것은 임금의 다스림이 제대로 이루어지지 않음을 드러내는 것이다.
- ⑤ 나라마다 대(臺)를 쌓아서 사람들로 하여금 그 위에 올라 하늘의 변화를 관측하게 하였는데, 그 관측대의 모양이 위는 네모나고 아래는 둥글었으니 이는 곧 하늘과 땅의 형상을 본뜬 것이다.

## ◆ 19년 3월 고3 16~21번

[16~21] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

전통적으로 동아시아에서 역법은 연월일시의 시간 규범을 제시하는 일뿐만 아니라 태양, 달 그리고 다섯 행성의 위치 변화를 통해 하늘의 뜻을 이해하는 것이었다. 역법의 ㉔ 운용과 역사의 발행은 나라를 다스리는 중요한 통치 행위였기 때문에 동아시아에서는 국가 기구를 설치하여 역법을 다루었고 그곳의 관리에게만 연구가 허락되었다. 『서경(書經)』에서 말한 ‘하늘을 관찰하여 백성에게 시간을 내려준다.’라는 뜻의 관상수시(觀象授時)는 유교 문화권에서 역법을 어떻게 바라보았는가를 잘 드러낸다. 관상수시는 하늘의 명을 받은 천자에게만 허락된 일이므로 고려 시대에는 중국의 역을 거의 그대로 따라야 했다. 고려 초에 도입된 선명력은 정확성이 부족하여 고려 말에는 정확성이 높아진 수시력을 도입했다. 수시력은 계산식이 복잡해 익히기가 어려웠기 때문에 일식과 월식, 곧 교식을 후보\*할 때는 여전히 선명력이 사용되었다. 이 상황은 조선 건국 직후에도 지속되었다.

세종은 즉위 초부터 수시력에 대한 이해를 높이려고 애썼고 마침내 수시력에 ㉕ 통달했다고 자부했다. 그럼에도 세종 12년, 교식 후보에 오차가 생기자 세종은 그 해결책으로 ㉖ 조선만의 교식 후보 방법을 찾고자 했다. 세종은 중국의 역법을 수용하되 이것을 조선에 맞게 운용하는 방법을 택함으로써 중국과의 관계를 고려하면서도 시간 규범을 스스로 수립하고자 한 것이다. 수시력으로 교식을 후보할 때에는 입성을 사용했는데, 이때의 입성은 모두 중국을 기준으로 한 것이었다. 입성이란 천체의 위치를 계산하는 데 필요한 관측값 등을 실어 놓은 계산표이다. 세종은 한양을 기준으로 한 입성을 제작하려 했다. 그래서 입성 제작에 필요한 낮과 밤의 길이인 주야각을 후보하기 위해 한양의 위도 등을 알아내도록 명했다. 이러한 일련의 연구 성과를 담은 것이 세종 26년에 편찬된 『칠정산 내편』이다. ‘칠정’이란 태양, 달, 다섯 행성의 운동을 가리키고, ‘산’이란 계산했다는 뜻이다. 『칠정산 내편』은 중국 역법에 기반을 두었지만 교식과 천체 관측에 필요한 값들을 한양의 기준으로 계산할 수 있게 되었다는 점에서 독자적인 역법이라 할 수 있다.

『칠정산 내편』의 효용성을 살피기 위해 세종은 정묘년(1447년) 8월에 일어날 교식을 미리 후보하여 『칠정산 내편 정묘년 교식 가령』을 편찬하게 했다. 그런데 이 후보에 오차가 발생하자 후보의 방법과 내용을 꾸준히 ㉗ 정비했다. 이 성과를 담은 책이 바로 세조 4년에 편찬된 『교식 후보법 가령』이다. 이 책은 정묘년(1447년) 8월의 교식을 새로운 계산식으로 다시 후보한 것이다. 두 가령의 교식 후보 원리는 동일하지만 계산식을 약간 달리했기 때문에 교식 후보 시각은 서로 달랐다. 두 가령의 교식 후보 시각은 현대 천문학의 계산과 조금의 오차는 있지만 당시 유럽의 천문학과 비교하더라도 그 방법론이 매우 정교하여 조선 역법의 뛰어난 수준을 보여 주는 것이다.

지구는 태양과의 거리가 가장 가까운 근일점에서 공전 속도가 가장 빠르다. 그러므로 ㉘ 북반구에서 관측한 태양은 동지 즈음에 가장 빠르게 운행하는 것으로 보이고, 하지 즈음에 가장 느리게 운행하는 것으로 보인다. 그래서 『칠정산 내편』은 근일점과 동지가 일치한다고 보았다. 즉 동지와 하지에서 태양의 실제 위치가 평균 속도로 운행한 태양의 위치와 일치한다고 설정한 것이다. 그리고 동지부터 하지 사이를 영, 하지부터 동지 사이를 축이라 했다. ‘영축차’는 태양의 실제 위치에서 평균 위치를 뺀 값이다. 그러므로 영에서의 값인 ‘영차’는 양

의 값이고, 축에서의 값인 ‘축차’는 음의 값이다. 달 역시 지구와 가까울수록 빠르게 움직인다. ㉙ 그래서 달이 지구와 가장 가까이 위치할 때인 근지점에서 ‘지질차’의 값을 0으로 간주했다. ‘지질차’란 달의 실제 위치에서 평균 위치를 뺀 값인데, 근지점부터 달이 지구와 가장 멀리 떨어져 있는 원지점까지는 달의 실제 위치가 평균 위치보다 앞선다. 그리고 원지점부터 근지점까지는 그 반대이다. ㉚ 달의 실제 위치가 평균 위치보다 앞서면 ‘질차’, 뒤처지면 ‘지차’라 했다.

달이 태양과 지구 사이에 놓여 태양을 가릴 때를 삭(朔), 지구가 태양과 달 사이에 놓여 달을 가릴 때를 망(望)이라 한다. 정삭과 정망은 지구와 달이 태양과 정확히 일직선 위에 놓이게 될 때의 시각이다. 『칠정산 내편 정묘년 교식 가령』과 『교식 후보법 가령』 모두 정삭, 정망은 태양과 달의 평균 위치로 계산된 경삭과 경망에 실제 태양과 달의 빠르고 느린 정도를 가하거나 감하여 구했다. 이를 가감차 방식이라 한다. 가감차 값은 영축차에서 지질차를 뺀 값을 속도항 값으로 나누어 구했다. 즉 가감차 값이 양일 때에는 그 값을 경삭, 경망에 더하는 가차로 삼았고, 음일 때에는 그 값을 경삭, 경망에서 빼는 감차로 삼았다. 앞에서 언급한 두 가령 모두 영축차에서 지질차를 뺀 값에는 거의 차이가 없다. 하지만 『칠정산 내편 정묘년 교식 가령』은 속도항 값으로 달의 이동 속도를 활용했지만, 『교식 후보법 가령』은 달의 이동 속도에서 태양의 이동 속도를 뺀 값을 활용했다. ㉛ 이는 태양이 달에 비해 느린 속도로 달과 같은 방향으로 이동하는 것처럼 보이는 현상을 고려한 것이다.

『칠정산 내편』 등을 통한 역법의 확립으로 조선은 유교적 이념을 만족스럽게 ㉜ 실현할 수 있는 체계를 갖추었다는 자부심을 가질 수 있게 되었다. 『칠정산 내편』이 편찬된 지 200여년 뒤, 일본을 왕래하던 조선 통신사 사신 박안기는 조선의 역법을 일본에 전하게 된다. 이를 바탕으로 일본에서도 독자적인 역법 『정향력』이 완성되었다. 동아시아 천문학은 시대와 장소에 따라 서로 다르게 전개되었지만 『칠정산 내편』, 『정향력』 등은 자국의 고유한 역법을 ㉝ 확립하고자 했던 열망의 소산이라고 할 수 있다.

\* 후보: 천체의 운동을 관측함.

### 16. 윗글에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 관상수시의 개념을 소개하고 고려와 조선이 그것을 어떻게 변용하여 역법 제작에 응용했는지 설명하고 있다.
- ② 조선의 역법 발달 과정을 언급하고 동서양 문명에서 공통적으로 나타난 천문과 역법의 의미를 보여 주고 있다.
- ③ 역법에 대한 유교적 관점을 드러내고 조선이 역법 확립을 위해 노력한 바와 그것이 끼친 영향을 보여 주고 있다.
- ④ 조선에서 교식 후보 방법이 발달했던 이유를 제시하고 교식 후보가 중국 천문학 발전에 끼친 영향을 설명하고 있다.
- ⑤ 조선 역법의 우수성을 부각하고 당대에 관측한 값들이 현대적 관점에서 얼마나 정확한 것인지 단계적으로 검증하고 있다.

17. 윗글을 통해 알 수 있는 사실이 아닌 것은?

- ① 조선은 역법을 통해 천자를 부정하고 독자적 정치 이념을 실현하고자 했다.
- ② 조선은 교식 후보 이외에 여러 행성들의 운동도 역법에 담으려고 노력했다.
- ③ 전통적으로 동아시아에서는 국가의 주도와 통제 아래 역법 연구가 수행되었다.
- ④ 전통적으로 동아시아는 천체의 변화를 이해하여 하늘의 뜻을 알고자 역법을 마련했다.
- ⑤ 조선은 역법의 확립을 통해 유교적 이념의 실현을 위한 체계를 수립했다는 자부심을 가질 수 있었다.

18. 윗글과 <보기>를 관련지어 추리한 내용으로 적절하지 않은 것은?

— < 보 기 > —

(가) 이전에는 선명력을 썼기 때문에 오차가 꽤 많았으나, 신(臣) 정초가 수시력법을 연구하여 밝혀낸 뒤로는 역서 만드는 법이 어느 정도 바로잡혔다. 그러나 이번(세종 12년) 일식의 시작과 끝 시각이 모두 차이가 있었으니 이는 정밀하게 살피지 못한 까닭이다.  
— 『세종실록』 권49

(나) (세종께서) “이 일의 요체는 북극출지의 고하(한양의 위도)를 정하는 데 있느니 먼저 간의를 만들어 올림이 좋겠다.”하시므로, …(중략)… 먼저 나무로 모양을 만들어 북극출지 38도소를 정하니, 『원사(元史)』의 측정값과 부합하였으므로 마침내 구리를 녹여 부어 간의를 만들었다.  
— 『세종실록』 권77

(다) 수시력과 통개의 체계에 근거하여 같은 점과 차이점을 가려서 정밀한 것을 가려 뽑고 거기에 몇 가지 항목을 더하여 한 권의 책으로 만들게 하고, 『칠정산 내편』이라고 했다. …(중략)… 수시력이나 통개법의 주야각은 각기 근거한 곳에서 추정한 것이므로 우리나라와는 다르다.  
— 이순지, 『사여전도통개』 발문(세종 26년)

- ① (가): 세종 즉위 전까지 조선에서 선명력을 사용해 교식을 후보할 때 오차가 컸겠군.
- ② (가): 세종 12년의 교식 후보의 오차 원인을 밝히기 위해 『칠정산 내편 정묘년 교식 가령』을 편찬한 것이군.
- ③ (나): 교식 후보의 정확성을 높이기 위해 조선에서 천체 관측 기구가 제작되었겠군.
- ④ (다): 『칠정산 내편』 편찬에 기반이 되었던 중국의 역법으로는 수시력을 들 수 있겠군.
- ⑤ (다): 세종과 이순지 모두 중국의 주야각 입성이 우리나라의 주야각 입성과 다르다고 생각했겠군.

19. <보기>를 참고하여 윗글을 이해한 내용으로 적절한 것은?

[3점]

— < 보 기 > —

정묘년(1447년) 8월은 하지를 지나 동지로 가는 시점으로, 경삭이 일어날 때 달은 원지점에서 근지점으로 이동하고 있었다. 『칠정산 내편 정묘년 교식 가령』과 『교식 후보법 가령』의 후보법에 의하면 경삭이 일어날 때 태양의 실제 위치와 평균 위치의 차는 약 2.39였고, 달의 실제 위치와 평균 위치의 차는 약 4.99였다.

- ① 정묘년 8월 경삭 때 달의 실제 위치가 평균 위치보다 앞서 있었을 것이다.
- ② 정묘년 8월 경삭 후보에서 가감차 값은 『칠정산 내편 정묘년 교식 가령』이 『교식 후보법 가령』보다 더 컸을 것이다.
- ③ 정묘년 8월 경삭 후보에서 두 가령 모두 경삭에 가감차 값을 더하는 가차로 삼았을 것이다.
- ④ 정묘년 8월 경삭 후보에서 두 가령 모두 가감차 계산에 영차를 사용했을 것이다.
- ⑤ 정묘년 8월 경삭 때 지구가 태양과 달 사이에 있었을 것이다.

20. ㉠~㉣에 대한 이해로 가장 적절한 것은?

- ① ㉠: 조선에서 일어나는 교식을 정확히 후보하기 위해 수시력을 연구하는 방법을 찾고자 했다.
- ② ㉡: 낮의 길이와 공전 속도가 비례하는 것으로 보인다.
- ③ ㉢: 근지점에서 달의 실제 위치와 평균 위치가 일치한다고 간주했다.
- ④ ㉣: ‘질차’는 음의 값을, ‘지차’는 양의 값을 가진다고 보았다.
- ⑤ ㉤: 『교식 후보법 가령』의 속도항 값이 음의 값을 가진 것을 고려한 것이다.

21. ㉠~㉣의 사전적 의미가 바르지 않은 것은?

- ① ㉠: 무엇을 움직이게 하거나 부리어 씬.
- ② ㉡: 예리한 관찰력으로 사물을 꿰뚫어 봄.
- ③ ㉢: 흐트러진 체계를 정리하여 제대로 갖추.
- ④ ㉣: 꿈, 기대 따위를 실제로 이룸.
- ⑤ ㉤: 체계나 견해, 조직 따위가 굳게 씬. 또는 그렇게 함.