◆ 14-6평 A형 16~18번

[16～18] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

태양빛은 흰색으로 보이지만 실제로는 다양한 파장의 가시광선이 혼합되어 나타난 것이다. 프리즘을 통과시키면 흰색의 가시광선은 파장에 따라 붉은빛부터 보랏빛까지의 무지갯빛으로 분해된다. 가시광선의 파장의 범위는 390～780 nm* 정도인데 보랏빛이 가장 짧고 붉은빛이 가장 길다. 빛의 진동수는 파장과 반비례하므로 진동수는 보랏빛이 가장 크고 붉은빛이 가장 작다. 태양빛이 대기층에 입사하여 산소나 질소 분자와 같은 공기 입자(직경 0.1～1 nm 정도), 먼지 미립자, 에어로졸*(직경 1～100,000 nm 정도) 등과 부딪치면 여러 방향으로 흩어지는데 이러한 현상을 산란이라 한다. 산란은 입자의 직경과 빛의 파장에 따라 '레일리(Rayleigh) 산란'과 '미(Mie) 산란'으로 구분된다.

레일리 산란은 입자의 직경이 파장의 1/10보다 작을 경우에 일어나는 산란을 말하는데 그 세기는 파장의 네제곱에 반비례한다. 대기의 공기 입자는 직경이 매우 작아 가시광선 중 파장이 짧은 빛을 주로 산란시키며, 파장이 짧을수록 산란의 세기가 강하다. 따라서 맑은 날에는 주로 공기 입자에 의한 레일리 산란이 일어나서 보랏빛이나 파란빛이 강하게 산란되는 반면 붉은빛이나 노란빛은 약하게 산란된다. 산란되는 세기로는 보랏빛이 가장 강하겠지만 우리 눈은 보랏빛보다 파란빛을 더 잘 감지하기 때문에 하늘은 파랗게 보이는 것이다. 만약 태양빛이 공기 입자보다 큰 입자에 의해 레일리 산란이 일어나면 공기 입자만으로는 산란이 잘 되지 않던 긴 파장의 빛까지 산란되어 하늘의 파란빛은 상대적으로 엷어진다.

미 산란은 입자의 직경이 파장의 1/10보다 큰 경우에 일어나는 산란을 말하는데 주로 에어로졸이나 구름 입자 등에 의해 일어난다. 이때 산란의 세기는 파장이나 입자 크기에 따른 차이가 거의 없다. 구름이 흰색으로 보이는 것은 미 산란으로 설명된다. 구름 입자(직경 20,000 nm 정도)처럼 입자의 직경이 가시광선의 파장보다 매우 큰 경우에는 모든 파장의 빛이 고루 산란된다. 이 산란된 빛이 동시에 우리 눈에 들어오면 모든 무지갯빛이 혼합되어 구름이 하얗게 보인다. 이처럼 대기가 없는 달과 달리 지구는 산란 효과에 의해 파란 하늘과 흰 구름을 볼 수 있는 것이다.

* 나노미터 : 물리학적 계량 단위. 1 nm = 10^{-9} m.
* 에어로졸 : 대기에 분산되어 있는 고체 또는 액체 입자.

16. 윗글의 중심 내용으로 가장 적절한 것은?

① 산란의 원리와 유형
② 무지갯빛의 형성 원리
③ 빛의 파장과 진동수의 관계
④ 미 산란의 원리와 구름의 색
⑤ 가시광선의 종류와 산란의 세기

17. 윗글을 읽고 추론한 내용으로 적절하지 않은 것은?

① 가시광선의 파란빛은 보랏빛보다 진동수가 작다.
② 프리즘으로 분해한 태양빛을 다시 모으면 흰색이 된다.
③ 파란빛은 가시광선 중에서 레일리 산란의 세기가 가장 크다.
④ 빛의 진동수가 2배가 되면 레일리 산란의 세기는 16배가 된다.
⑤ 달의 하늘에서는 공기 입자에 의한 태양빛의 산란이 일어나지 않는다.

18. 윗글을 바탕으로 <보기>의 (가), (나)의 산란 현상에 대해 탐구한 내용으로 가장 적절한 것은? [3점]

〈보 기〉

(가) A 도시에서 많은 비가 내린 후 하늘이 더 파랗게 보였다. 비가 오기 전 대기에서는 직경 10～20 nm의 먼지 미립자들이 균질하게 분포하였는데, 비가 온 후에는 그것이 관측되지 않았다.

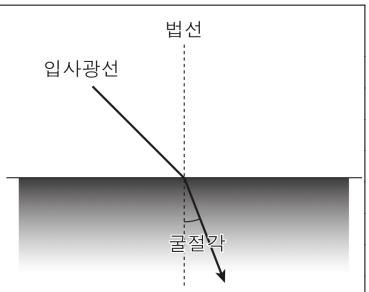
(나) B 도시 지표 근처의 낮은 하늘은 뿌연 안개처럼 흰색으로 보이고 흰 구름이 낮게 떠 있었다. 그곳에 있는 초고층 건물에 올라 높은 하늘을 보니 하늘이 파랗게 보였다. 지표 근처의 대기에서는 직경이 10,000 nm 정도의 에어로졸이 균질하게 분포하는 것이 관측되었다.

① A 도시에서 하늘이 더 파랗게 보인 것은 미 산란이 더 많이 일어났기 때문이겠군.
② A 도시에서 비가 오기 전에는 미 산란이, 비가 온 후에는 레일리 산란이 일어났겠군.
③ B 도시에서 낮은 하늘이 뿌연 안개처럼 흰색으로 보인 것은 미 산란 때문이겠군.
④ B 도시의 높은 하늘이 파랗게 보이고 구름이 희게 보인 것은 레일리 산란 때문이겠군.
⑤ A 도시의 비가 온 후의 하늘과 B 도시의 낮은 하늘에서는 모두 미 산란이 일어났겠군.

- 정답: 16.① 17.③ 18.③

◆ 13년 10월 고3 A형 18~20번

[18～20] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.



빛이 어떤 물질을 통과하는 것을 투과라 한다. 오른쪽의 그림처럼 빛이 한 매질로부터 다른 매질로 들어갈 경우 빛은 입사광선과 입사점의 경계면에서 수직으로 세운 법선을 기준으로 꺾이게 되는데, 이를 굴절이라 한다. 이때 빛은 밀도가 작은 매질에서 큰 매질로 투과할 때는 감속하며 법선 쪽으로 꺾이지만, 밀도가 큰 매질에서 작은 매질로 투과할 때에는 반대 방향으로 꺾인다. 대기권의 밀도가 우주 공간보다 크기 때문에 빛이 대기권에 진입할 때는 대기권 안으로 꺾여 들어온다. 이를 통해 여러 가지 자연 현상을 설명할 수 있다.

우선, 밤에 보이는 별은 실제보다 높은 고도에 있는 것처럼 보이게 된다. 지구 대기는 지표면에 가까울수록 그 위에 있는 상층 대기의 무게에 의해 압축되기 때문에, ㉠ 지표면에 가까워질수록 빛이 굴절되는 정도는 커지게 된다. 이런 이유로 별빛은 지구 대기의 아래로 내려올수록 그 경로가 더 꺾이게 된다. 하지만 사람의 눈은 빛이 굴절되는 것을 볼 수 없기 때문에, 별빛이 어떤 방향으로부터 오는 것으로 보이면, 별도 그 방향에 있는 것으로 인지하게 된다. 그래서 지상의 관측자는 별빛이 대기층에 들어올 때의 고도보다 더 높은 곳에 있는 것처럼 별을 보게 되는 것이다. 굴절의 정도는 별의 위치가 지평선에 가까울수록 커져서, 수평 방향으로 들어오는 별빛의 경우에는 굴절각이 약 0.6°에 달한다.

같은 원리로 태양도 실제보다 일찍 뜨는 것처럼 보이게 된다. 태양이 지평선과 이루는 각도가 4°일 때는 90°일 때보다 태양 빛은 12배나 더 두꺼운 대기층을 통과하게 되어, 일출 때 태양 빛의 굴절은 최대가 된다. 태양의 중심이 지평선을 통과하는 때를 기준으로 환산하면 대략 2분 정도 더 빨리 뜨는 것처럼 보이게 된다. 반대로 일몰 때는 2분 정도 더 늦게 지는 것처럼 보이게 된다.

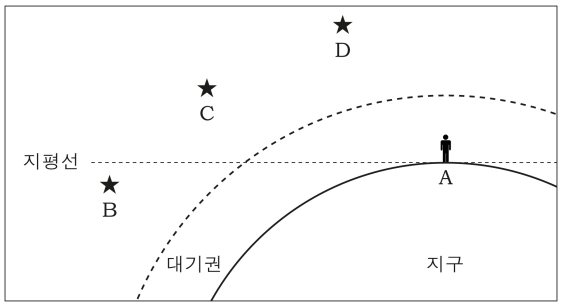
또한 일정한 밝기로 빛나는 별은 대기권에서의 빛의 굴절로 인해 우리 눈에는 반짝이는 것처럼 보이게 된다. 앞에서 설명한 것처럼 빛은 밀도 차가 있는 대기층의 경계면에서 굴절해서 입사하지만, 각각의 대기층에서도 대기 상태가 안정되지 못하면 대기의 밀도가 고르지 못하게 되어 별빛은 지속적으로 상하좌우로 굴절되는데, 이러한 이유로 별이 일정하게 은은히 빛나지 못하고 계속 깜박거리는 것처럼 보이게 된다. 바람이 부는 날일수록 별이 더 반짝이는 것처럼 느껴지는 것도 이 때문이다.

18. 윗글의 집필 의도로 가장 적절한 것은?

① 과학적 원리를 통해 자연 현상을 설명하기 위해
② 통용되고 있는 이론의 타당성을 실험적으로 증명하기 위해
③ 이론과 실제 현상의 차이를 객관적으로 비교·분석하기 위해
④ 다양한 이론들 간의 상호 영향 관계를 밝혀 특정 이론의 우수성을 부각하기 위해
⑤ 기존의 과학적 견해가 새로운 견해에 의해 대체되면서 과학이 발전한다는 것을 제시하기 위해

19. 윗글과 <보기>를 관련지어 이해한 내용으로 적절하지 <u>않은</u> 것은? [3점]

< 보 기 >



① 관측자 A가 대기권을 벗어난다면 지구에서보다 정확하게 별 C나 별 D의 방향을 인지할 수 있겠군.
② 별 B가 지평선 아래로 0.6°를 더 내려가더라도 관측자 A에게 보이겠군.
③ 대기가 불안정할수록 별 C와 별 D는 더 반짝이는 것으로 보이겠군.
④ 별 C보다 별 D가 실제 방향에 더 가깝게 보이겠군.
⑤ 대기의 밀도가 더 커진다면 별 C와 별 D는 더 높은 고도에 있는 것으로 보이겠군.

20. ㉠의 이유로 가장 적절한 것은?

① 지구 표면에 가까울수록 지구 대기의 밀도는 커지기 때문에
② 지구 표면에서 멀어질수록 지구 대기가 안정되기 때문에
③ 지구 표면에 가까울수록 지구 대기의 밀도가 작아지기 때문에
④ 지구 표면의 대기 밀도가 작기 때문에
⑤ 지구 대기의 밀도가 변함없기 때문에

- 정답: 18.① 19.② 20.①

◆ 12년 4월 고3 42~44번

[42 ~ 44] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

비나 눈과 같은 강수는 어떻게 만들어지는 것일까? 구름은 공기 중의 수증기가 응결하여 생긴 미세한 물방울이나 작은 얼음 결정이 공중에 떠 있는 것인데, 이러한 물방울이나 얼음 결정이 구름 속에서 성장하는 과정을 거치면 강수가 생성된다.

온대 지방이나 한대 지방에서는 얼음 결정이 커져 강수가 생성된다. 구름 속 온도가 0℃에서 영하 40℃ 사이인 경우, 구름 속에는 과냉각 물방울과 얼음 결정이 공존한다. 과냉각 물방울은 대기 중의 작은 물방울이 0℃ 이하의 온도에서도 얼지 않고 액체 상태로 존재하는 것을 말한다. 그런데 0℃ 미만에서는 과냉각 물방울에 대한 포화수증기압*이 얼음 결정에 대한 포화수증기압보다 더 크다. 그렇기 때문에 과냉각 물방울은 증발하여 수증기가 되고, 이 수증기는 얼음 결정으로 이동한다. 이동한 수증기가 얼음 결정에 달라붙어 점차 얼음 결정이 커지게 되는 것이다. 이러한 과정을 '빙정 과정'이라 한다. 이렇게 커진 얼음 결정이 지상으로 내리면 눈이 되고, 내려오는 도중에 녹으면 비가 된다. 빙정 과정을 응용하여 인공 강우를 만들어내기도 한다. 요오드화은을 구름에 뿌리면 얼음 결정 생성에 도움을 주는데 생성된 얼음 결정은 빙정 과정을 거쳐 성장하여 눈이나 비가 되는 것이다.

한편 열대 지방에서 구름 속의 온도가 0℃ 이상인 경우에는 얼음 결정이 존재하지 않는다. 따라서 이 지방에서는 빙정 과정과 다른 과정을 거쳐 강수가 생성된다. 구름 속에는 다양한 크기의 물방울이 존재하는데, 상대적으로 큰 물방울은 떨어지면서 작은 물방울들과 충돌하며 합쳐진다. 이때 구름 속 상승기류는 큰 물방울이 구름 속에 더 오래 머물게 하여 작은 물방울들과 반복적으로 충돌하게 한다. 이로 인해 더 커진 물방울은 떨어지면서 다른 물방울과 충돌하며 합쳐지는 과정을 반복한다. 이러한 과정을 ㉠'충돌-병합 과정'이라 한다. 충돌-병합 과정으로 수백만 개의 물방울이 합쳐지면 빗방울이 되어 지면으로 떨어진다. 충돌-병합 과정을 응용하여 소금 입자와 같이 공기 중의 습기를 흡수하는 물질이나 물방울을 공중에 뿌려 구름 속 물방울이 크게 성장하도록 함으로써 인위적으로 강수를 유발하기도 한다.

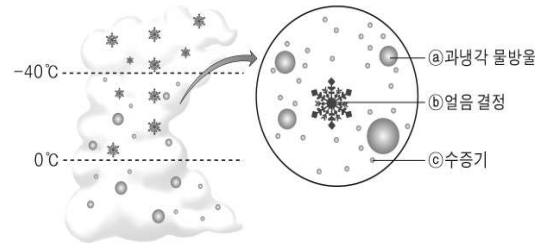
* 포화수증기압 : 주어진 온도에서 공기 중에 존재할 수 있는 수증기량이 최대가 되었을 때의 수증기의 압력.

42. 위 글의 표제와 부제로 가장 적절한 것은?

① 인공 강우의 원리
 – 수증기의 이동을 중심으로
② 물방울의 과학적 특징
 – 과냉각 상태의 특징을 중심으로
③ 구름의 종류와 형성 과정
 – 수증기의 응결 작용을 중심으로
④ 강수가 생성되는 원리
 – 얼음 결정과 물방울의 성장을 중심으로
⑤ 빙정 과정에 작용하는 과학적 원리
 – 지역에 따른 강수 생성의 과정을 중심으로

43. 위 글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

〈 보 기 〉



① ⓐ에 대한 포화수증기압은 ⓑ에 대한 포화수증기압보다 크다.
② ⓐ는 ⓒ가 달라붙어 점차 성장하는 빙정 과정을 거친다.
③ 0℃ 이하에서도 ⓐ는 액체 상태로 존재하며 증발하면 ⓒ가 된다.
④ 구름에 요오드화은을 뿌리면 ⓑ가 생성되는 데에 도움이 된다.
⑤ ⓑ가 성장하여 눈으로 내리다가 도중에 녹으면 비가 된다.

44. ㉠에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

① 구름 속의 온도가 0℃ 이상인 경우에 강수가 생성되는 원리이다.
② 구름 속 물방울들의 수가 적을수록 짧은 시간 내에 강수를 생성한다.
③ 상승 기류는 구름 속 물방울들이 반복적으로 충돌하고 합쳐지도록 한다.
④ 구름 속 물방울의 크기가 다른 것은 강수 형성에 중요한 영향을 미친다.
⑤ 공기 중의 습기를 흡수하는 물질을 뿌려 인위적으로 활성화시킬 수 있다.

- 정답: 42.④ 43.② 44.②

◆ 15년 10월 고3 A형 16~19번

[16～19] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

대기가 주어진 온도에서 가질 수 있는 최대의 수증기를 가질 때, 대기는 포화 상태에 있다고 한다. 이때 수증기에 의한 압력을 포화 수증기압이라고 하며, 이 값은 온도가 높을수록 크다. 대기의 수증기압이 포화 수증기압에 도달하면 응결이 시작된다. 일반적으로 구름은 기온 냉각으로 인해 대기 중에 존재하는 수증기압이 포화 수증기압을 넘었을 때 형성될 수 있다. 즉 기온 냉각으로 포화 수증기압이 감소하면 포화 수증기압을 초과한 여분의 수증기가 응결하여 수적(물방울)이 만들어진 후 이것이 계속 충돌과 병합의 과정을 통해 성장하여 구름이 형성된다. 수적의 형성과 성장에는 여러 가지 요인이 영향을 미친다.

형성 초기의 수적은 극히 작은 크기의 구형이기 때문에 곡률*이 크다. 곡률이 클수록 수적은 성장하기 어렵다. 곡률이 큰 수적에서 표면 장력*은 주위의 수증기 분자가 수적 속으로 들어가기는 어렵게 만드는 데 반해 수적 표면의 물 분자가 주위로 증발하기는 쉽게 만든다. 왜냐하면 수증기 분자가 수적 속으로 들어가서 증가되는 표면적은 수적의 크기가 작을수록 커지기 때문이다. 또한 수적 표면에서 수증기 분자가 이탈하면 표면적이 감소하므로 쉽게 증발할 수 있기 때문이다. 이런 이유로 곡률이 큰 수적일수록 수증기압이 높아야 응결이 잘 일어날 수 있다. 이처럼 수적의 곡률은 수적의 성장에 필요한 수증기압 정도에 영향을 끼치는데, 이를 곡률 효과라 한다.

그렇지만 실제 자연에서는 대기의 수증기가 포화되지 않은 상태에서도 수적이 만들어지고 있다. 그 이유는 대기 중에 부유하는 여러 가지 미립자, 즉 에어로졸이 수적을 형성하도록 도움을 주기 때문이다. 에어로졸 중 상당수는 흡습성이 있어서 상대 습도* 100 % 이하에서도 수증기를 응결시키는 핵의 역할을 할 수 있다. 대기 중 응결핵은 대부분 자연적으로 발생한 것이지만 대기 오염의 영향으로 발생하기도 한다. 응결핵은 수증기 분자가 쉽게 응결할 수 있는 표면을 제공하기도 하므로 큰 에어로졸들이 작은 것보다 수적 형성에 더 효과적으로 작용한다. 이렇게 ㉠ 흡습성 에어로졸을 응결핵으로 하는 수적 형성을 비균질핵 생성이라 한다.

비균질핵 생성으로 인해 대기가 포화 상태가 아닐 때에도 수증기 분자를 흡착하여 수적이 만들어지는 한 가지 예를 살펴보자. 대기 중 해염(바다 염류) 입자가 응결핵으로 작용할 경우, 수적 형성 과정에서 해염이 녹는다. 즉 수증기의 응결에 의해 생성된 수적이 용매 역할을 하여 용질에 해당하는 해염을 녹이게 된다. 수적에 용질이 녹아 있을 경우 수적의 표면은 물 분자와 용질 분자로 구성되어 순수한 물로 되어 있을 때보다 물 분자 수가 적다. 그래서 그 표면에서 물 분자의 증발률이 순수한 물보다 작아진다. 그 결과 해염이 녹아 있는 수적의 경우 성장에 필요한 수증기압은 순수한 수적의 경우보다 낮아진다. 이처럼 용액의 농도에 따라 수적의 성장에 필요한 수증기압 정도가 달라지는데, 이를 용질 효과라 한다.

* 곡률 : 굽은 정도를 나타낸 값으로 작은 원일수록 곡률이 큼.
* 표면 장력 : 액체의 표면이 수축해서 가능한 한 작은 면적을 취하려는 힘.
* 상대 습도 : 특정 온도에서 최대로 함유할 수 있는 수증기압에 대한 현재 수증기압의 백분율.

16. 윗글의 내용 전개 방식으로 가장 적절한 것은?

① 어떤 현상에 영향을 미치는 요인들을 설명하며 현상의 원리를 제시하고 있다.
② 자연 현상에 대한 다양한 실험 결과를 종합하며 새로운 이론을 주장하고 있다.
③ 개별 현상에 대한 다양한 견해들을 비교하며 과학사적 의의를 부각하고 있다.
④ 보편적 현상을 이해하는 특정한 방법론을 대조하며 논점의 차이를 강조하고 있다.
⑤ 특정 현상이 발생할 수 있는 여러 가지 과정을 보여 주며 기존 연구의 한계점을 제기하고 있다.

17. 윗글의 내용과 부합하지 않는 것은?

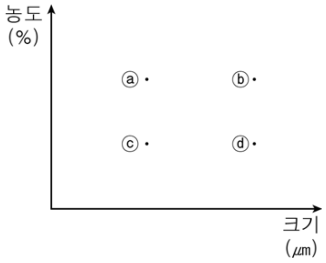
① 구름은 수적이 충돌과 병합의 과정을 통해 성장하여 만들어진다.
② 순수한 물로 만들어진 수적보다 용질이 녹아 있는 수적이 성장하기에 더 용이하다.
③ 실제 대기의 응결핵은 자연적으로 생성되기도 하지만 대기 오염의 영향으로 생성되기도 한다.
④ 대기가 냉각되면 포화 수증기압이 높아져 수적이 구름으로 형성되는 것에 도움을 줄 수 있다.
⑤ 포화 수증기압은 대기가 현재 가지고 있는 수증기압이 아니라 최대로 가질 수 있는 수증기압을 나타낸다.

18. ㉠에 대한 설명으로 옳은 것은?

① ㉠은 구름이나 안개 형성에 있어서 응결핵의 역할을 하는 것으로서, 깨끗한 대기일수록 풍부하게 분포하고 있다.
② ㉠은 에어로졸이 응결에 미치는 영향을 보여 주는 것으로서, ㉠으로 인해 과포화가 아닌 상태에서도 응결이 일어난다.
③ ㉠은 수적의 형성에 응결핵의 역할이 중요하다는 것을 보여 주는 것으로서, ㉠의 크기가 작을수록 응결이 쉽게 일어난다.
④ ㉠은 공기 속에 포함된 수적의 포화 상태를 보여 주는 것으로서, ㉠으로 인해 수적은 상대 습도가 100 % 이상인 곳에서만 존재한다.
⑤ ㉠은 대기 속에 존재하는 수증기 분자의 크기를 보여 주는 것으로서, 실제 대기에서 응결이 일어나려면 수증기 분자가 커야 한다.

19. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해할 때, 적절하지 <u>않은</u> 것은? [3점]

< 보 기 >



왼쪽 그림의 ⓐ ~ ⓓ는 동일한 온도와 수증기압 조건에서 동시에 존재하고 있는 비균질핵 생성 수적들이다.

① 표면 장력이 끼치는 영향은 ⓐ보다 ⓑ에서 더 작다.
② ⓐ와 ⓑ에서의 용질 효과는 수적의 성장에 필요한 수증기압의 증가 효과를 나타낸다.
③ 용질 효과는 ⓒ에서보다 ⓑ에서 더 크므로, ⓑ의 수적 성장 가능성이 더 높다.
④ 곡률 효과는 ⓓ에서보다 ⓒ에서 더 크므로, ⓓ의 수적 성장 가능성이 더 높다.
⑤ ⓐ ~ ⓓ는 대기가 수증기로 포화되지 않은 상태에서도 만들어진다.

- 정답: 16.① 17.④ 18.② 19.②

◆ 14년 7월 고3 B형 26~27번

[26~27] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

장마철이 되면 자주 '번쩍' 하는 번개와 함께 '우르릉 쾅' 하는 천둥소리가 울려 퍼지는 자연 현상을 볼 수 있다. 번개는 대기 중에서 대규모 전류가 흐르는 현상으로 구름과 지면 사이에서 방전이 일어나는 벼락이 대표적이다. 이러한 번개와 천둥은 어떻게 해서 생길까?

[A] 벼락이 발생하기 위해서는 적란운, 그리고 수증기의 증발이 필요하다. 온난 습윤한 대기가 지표면의 불균등한 가열로 인해 강한 상승기류로 발달하면 적란운이 형성된다. 동시에 공기 중에 있는 물이 수증기로 증발하게 된다. 수증기는 상승하면서 냉각되어 작은 물방울로 변하고, 얼기 시작하면서 팽창하여 양전하를 띤 바깥 껍질이 깨져 흩어지게 된다. 양전하를 띤 상대적으로 가벼운 얼음 조각은 상승 기류에 의해 구름 위로 더 상승하고, 음전하를 띤 내부의 상대적으로 무거운 물방울은 무게로 인해 적란운 하단부로 내려오게 된다. 한편 지표면의 전하는 고른 분포를 이루고 있는데, 적란운이 발달하면서 하단부에 모인 음전하를 띤 물방울로 인해 지표면의 전자가 밀려나면서 상대적으로 양전하의 양이 증가하게 된다. 적란운이 발달하게 되면 지표면과의 전위*차가 점점 증가하게 되고 둘 사이에 섬광이 발생한다. 이것이 벼락이다.

한편 번개가 발생하면 공기는 즉시 과열된다. 1초도 안 되는 시간에 온도가 무려 33,000℃로 상승하여 고온이 된 공기가 팽창한다. 그러면 주변의 공기가 압축되어, 고밀도인 부분과 저밀도인 부분이 생긴다. 이 차이가 '충격파'라는 파동이 되어 공기 속에서 전해진다. 즉 공기가 단기간에 데워지면 폭발적으로 팽창하고 음파로 듣게 되는 천둥이 된다. 번개는 바로 보이지만 음파인 천둥소리는 번개보다 상대적으로 속도가 느려 약 340㎧의 속도로 공기 속을 이동하므로 나중에 들린다. 번개와 천둥은 거의 동시에 발생하기 때문에, 번개 발생 이후 천둥소리가 들리기까지의 시간을 측정하면 번개가 어느 정도 먼 곳에서 발생하였는지 알 수 있다. 만약, 번개가 친 후 5초 뒤에 천둥소리가 들렸다면 번개가 친 곳은 약 1,700m 떨어진 장소라고 생각할 수 있다.

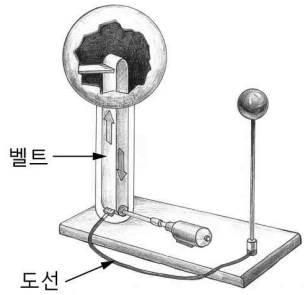
* 전위 : 전기장 내에서 단위 전하가 갖는 위치 에너지. 특히 전기장 내의 두 점 사이의 전위의 차이를 전위차 또는 전압(Volt)이라고 한다.

26. 윗글의 내용과 일치하는 것은?

① 번개가 발생하면 충격파가 생긴다.
② 번개보다 천둥이 더 먼 곳에서 발생한다.
③ 소리와 빛의 속도 차이로 천둥소리가 크게 들린다.
④ 벼락은 습한 공기와 지표면의 균등 가열에 의해 발생한다.
⑤ 지표면의 양전하의 양이 증가하게 되면 적란운이 발생한다.

27. <보기>는 번개를 발생시키기 위한 모의 실험이다. <보기>를 [A]와 관련하여 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

<보 기>



㉠ 벨트가 작동하기 전, 두 금속구는 전기적으로 중성 상태이다. 벨트가 작동하면 벨트 하단에서 마찰 전기가 발생하여 큰 구에서 이동해 온 중성의 전하는 양전하와 전자로 분리된다.

⇩

㉡ 벨트를 따라 양전하는 큰 구 쪽으로 이동하고, 전자는 도선을 따라 작은 구 쪽으로 이동한다.

⇩

㉢ 벨트가 반복하여 작동하면서 큰 구에는 양전하가 늘어나 (+)극으로, 작은 구에는 전자가 늘어나 (−)극으로 유도된다.

⇩

㉣ 두 금속구 사이에 전위차가 점점 증가하여 ㉤ 둘 사이에 스파크가 일어나게 된다.

① ㉠에서 두 구가 중성의 전하를 띠는 것은 적란운이 발달하기 전의 상황으로 볼 수 있겠군.
② ㉡은 공기 중의 물이 수증기로 증발하는 것으로 볼 수 있겠군.
③ ㉢은 적란운이 발달하면서 적란운 하단과 지표면이 서로 다른 전하로 유도되는 것으로 볼 수 있겠군.
④ ㉣은 적란운 하단과 지표면 사이에 전위차가 증가하는 것으로 볼 수 있겠군.
⑤ ㉤은 적란운과 지표면 사이에서 벼락이 치는 것으로 볼 수 있겠군.

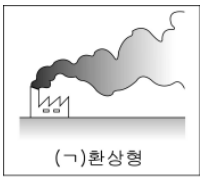
- 정답: 26.① 27.②

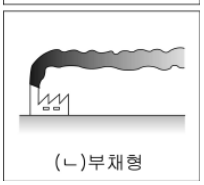
◆ 09년 7월 고3 35~37번

[35 ~ 37] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

공장 굴뚝에서 방출된 연기나 자동차의 배기가스 등 대기 오염 물질은 기상이나 지형 조건에 의해 다른 지역으로 이동, 확산되거나 한 지역에 농축된다. 대기권 중 가장 아래층인 대류권 안에서 기온의 일반적인 연직* 분포는 위쪽이 차갑고 아래쪽이 따뜻한 불안정한 상태를 보인다. 이러한 상황에서, 따뜻한 공기는 위로, 차가운 공기는 아래로 이동하는 대류 운동이 일어나게 되고, 이 대류 운동에 의해 대기 오염 물질이 대류권에 확산된다.

반면, 아래쪽이 차갑고 위쪽이 따뜻한 경우에는 공기층이 매우 안정되기 때문에 대류 운동이 일어나지 않는다. 이와 같이 대류권의 정상적인 기온 분포와 다른 현상을 '기온 역전 현상'이라 하며, 이로 인해 형성된 공기층을 역전층이라 한다. 기온 역전 현상은 일교차가 큰 계절이나, 지표가 눈으로 덮이는 겨울, 호수나 댐 주변 등에서 많이 발생한다. 또한 역전층 상황에서는 지표의 기온이 낮기 때문에 공기 중의 수증기가 응결하여 안개가 형성되는데, 여기에 오염 물질이 많이 포함되어 있으면 스모그가 된다. 안개는 해가 뜨면 태양의 복사열로 지표가 데워지면서 곧 사라지지만, ㉠스모그는 오염 물질이 포함되어 있어 오래 지속되기도 한다.


(ㄱ)환상형


(ㄴ)부채형

자동차 배기가스는 잘 보이지 않기 때문에 이동 양상을 관찰하기 어렵지만, 공장의 오염 물질은 연기 형태로 대량 방출되므로 오염 물질의 이동 양상을 관찰하기 쉽다. 연기의 형태는 기온과 바람의 연직 분포에 따라 다른 모양을 보이기 때문이다. 즉, 대기가 불안정하고 강한 바람이 불어 대류 혼합이 심할 때에는 그림 (ㄱ)과 같이 연기의 형태가 환상형을 이룬다. 또, 날씨가 맑고 따뜻할수록 대류 운동이 활발하게 일어나기 때문에 연기가 빨리 분산된다. 반면, 그림 (ㄴ)과 같이 평평하고 반듯한 부채형은 밤이나 이른 새벽에 많이 나타난다. 밤이나 새벽에는 지표가 흡수하는 태양 복사열이 거의 없으므로 지표의 온도가 내려가 역전층이 형성되고 대기가 안정되기 때문이다.

지형이나 건물로 인해 발생하는 난류도 대기 오염 물질의 이동 양상과 밀접한 관계가 있다. 바람이 건물에 부딪쳐 분리되면 건물 뒤에는 소용돌이가 생기면서 공동(cavity)이 형성된다. 공동 부분과 바람의 주 흐름 간에는 혼합이 별로 없기 때문에 공동 부분에 오염 물질이 흘러 들어가면 장기간 머물게 되고, 그 결과 오염 농도가 증가하게 된다. 이러한 공동은 높은 언덕의 뒷부분에서도 생길 수 있다.

오염 물질의 이동 양상은 공장 굴뚝의 높이에 따라서도 달라질 수 있다. 건물 앞에 굴뚝이 위치하고 있다고 하자. 굴뚝이 건물보다 높으면 연기가 건물에 부딪치지 않으므로 오염 물질이 멀리까지 날려가지만, 굴뚝이 건물보다 낮으면 오염 물질이 건물 뒤편의 공동 부분에 갇히게 된다. 따라서 건물이나 건물 가까이에 굴뚝을 세울 때에는 통상적으로 건물 높이의 2.5배 이상으로 세워야 한다.

*연직: 수직

35. 위 글의 전개 방식으로 적절한 것은?

① 대상의 형성 원리를 비유적인 표현을 통해 설명하고 있다.
② 대상이 나타나는 원리 및 과정을 사례를 통해 분석하고 있다.
③ 대상과 관련한 상반된 이론을 제시한 후 비교 분석하고 있다.
④ 대상이 지닌 문제점을 확인한 후 해결 방안을 모색하고 있다.
⑤ 대상이 가져올 수 있는 효과를 병렬적으로 나열하여 소개하고 있다.

※ <보기>를 읽고 36번과 37번의 두 물음에 답하시오.

<보 기>

열용량이 큰 아스팔트와 콘크리트 구조물로 뒤덮여 있는 도심은 녹지가 많은 인근 교외 지역에 비해 지표면이 태양열에 의해 쉽게 달궈진다. 더욱이 도시 안에는 공장, 주택, 자동차 등이 많아 연료가 연소될 때 많은 열이 발생한다. 이러한 이유로 도심의 대기는 주변 지역보다 2~5℃ 가량 높은 온도가 나타나게 되는데, 이를 '열섬 효과'라 한다.

열섬 효과가 나타나면 도심의 하늘을 뜨거운 공기가 뚜껑처럼 덮게 되어 공기의 흐름이 정체된다. 이에 따라 자동차 배기가스를 비롯한 대기 오염 물질들도 함께 도심 상공에 체류하게 되어 오염 농도가 높아진다. 이렇게 되면 상공에 올라간 오염 물질이 지표면에 도달하는 태양 복사열을 감소시켜 공기의 연직 운동을 방해하게 된다. 그 결과 도시의 오염은 더 증가하게 된다.

36. 위 글을 읽은 독자가 <보기>에 대해 추론한 것으로 적절하지 않은 것은?

① 열섬 효과는 해가 떠도 사라지지 않겠군.
② 열섬 효과가 발생하는 주된 원인은 태양 복사열 때문이군.
③ 열섬 효과가 나타나는 곳의 대기는 기층이 안정한 상태이겠군.
④ 열섬 효과가 나타나는 곳에서는 역전층에 의한 안개가 발생하지 않겠군.
⑤ 기온 역전 현상과 열섬 효과의 발생 원인은 다르지만 대기의 연직 운동을 방해한다는 점에서는 동일하군.

37. 다음은 ㉠의 결론 추리 과정을 그린 것이다. 위 글과 <보기>를 통해 볼 때, 추리 과정에 들어갈 내용으로 적절하지 않은 것은?

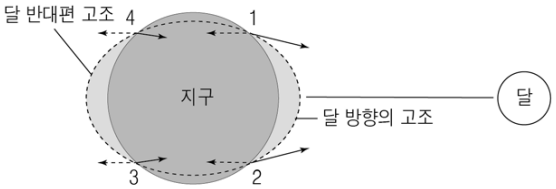
스모그가 발생한다.
↯
스모그는 오염 물질을 포함하고 있다. …… ①
↓
지표면에 햇빛이 도달하는 것을 오염 물질이 방해한다. …… ②
↓
공동이 생성되어 오염 물질이 정체된다. …… ③
↓
지표면의 온도가 올라가지 못한다. …… ④
↓
대류 운동이 일어나지 못한다. …… ⑤
↯
스모그가 오래 지속된다.

- 정답: 35.② 36.② 37.③

[24~26] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

우리나라의 서해안을 소개할 때 종종 '조석 간만의 차가 큰 지역'이라는 표현이 들어갈 때가 있다. 여기서 '조석 간만의 차'는 무엇을 의미할까? '조석'은 하루 동안 해수면이 오르내리는 현상을 의미한다. 썰물로 인해 해수면이 가장 낮을 때를 '간조'라고 하고, 밀물로 인해 해수면이 가장 높을 때는 '만조'라고 한다. 우리나라의 서해안에서는 하루에 만조와 간조가 두 번씩 일어난다. '조석 간만의 차'란 밀물과 썰물로 인한 하루 동안의 해수면 높낮이의 차이를 의미하는 것이다.

이런 현상은 흔히 달의 인력에 의해 생기는 것으로 알려져 있지만 좀 더 정확히 말하면 '조석'은 기조력에 의한 것이다. 기조력은 달의 인력, 태양의 인력, 원심력이 합해진 힘을 말한다.



고조 : 해수면의 높이가 가장 높아진 상태.

그림에서 지점 1, 2, 3, 4의 점선 화살표는 지구의 회전 운동에 의한 원심력을 보여 주고, 달 쪽으로 향하고 있는 실선 화살표는 달의 인력을 보여 주고 있다. 그림에서의 원심력은 달과 지구의 공통 질량 중심*의 주위를 지구가 회전 운동하여 생기는 힘이다. 원심력은 모든 측정 지점에서 크기와 방향이 모두 같다. 그런데 달의 인력은 달과의 거리에 따라 달라지므로 크기와 방향이 다르다. 또한, 달의 위상*에 따라 지구 내에서 작용하는 기조력은 그 크기가 다르게 나타난다. 1, 2 지점 사이에서는 달에 가까워 인력이 반대쪽으로 향하는 원심력보다 크기 때문에 이곳의 해수가 그림처럼 달 쪽으로 끌려간다. 3, 4 지점 사이에서는 인력보다는 원심력이 크기 때문에 해수는 달 반대쪽으로 끌려간다. 이렇게 기조력은 해수면의 높이를 변화시킨다.

조석에는 달뿐만 아니라 태양도 영향을 미친다. 기조력은 지구에 영향을 미치는 천체의 질량에 비례하고 이 천체와 지구 간의 거리의 세제곱에 반비례한다. 태양은 달보다 훨씬 큰 질량을 갖지만 지구와 태양 간의 거리는 지구와 달 사이의 거리보다 훨씬 멀기 때문에 지구에 대한 태양의 기조력은 달의 기조력에 비해 절반 정도에 불과하다. 달의 위상이 삭과 망일 때, 태양과 달은 일렬로 놓이게 되고 기조력이 가장 강해진다. 이때 조석 간만의 차는 최대가 되고, 이때를 '사리'라고 한다. 그런데 달의 위상이 상현과 하현일 때, 달과 태양은 지구를 중심으로 직각에 놓이게 된다. 이때 태양에 의한 기조력은 달에 의한 기조력에 영향을 주어 그 힘을 작아지게 한다. 그 결과 조석 간만의 차가 가장 작게 되는데 이때를 '조금'이라 한다. 조금과 사리는 매월 두 번 발생한다.

이와 같은 조석의 변화는 조류의 빠르기와 방향에도 영향을 준다. 조류의 빠르기는 조석과 밀접한 관련이 있는데, 조석 간만의 차가 클수록 조류의 속도도 빨라진다. 그리고 만조와 간조 시에는 그 흐름의 방향이 정반대이다.

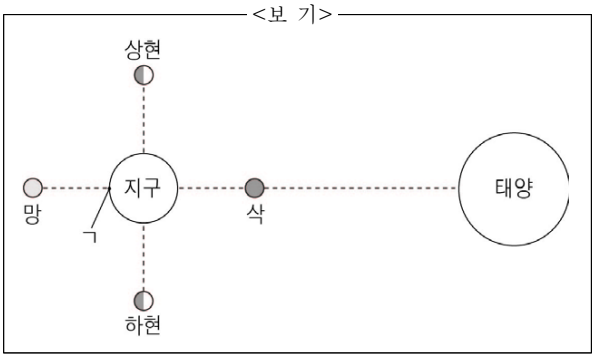
* 공통 질량 중심: 두 행성이 서로의 중력장 안에 있어 계를 형성할 때, 한 점에 대해서 공전 운동을 하게 되는데, 이 한 점을 공통 질량 중심이라고 함.
* 위상: 위치에 따른 모양.

24. 윗글에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?
① 대상과 관련한 가설에 대해 실험을 통해 검증하고 있다.
② 대상의 발생 이유를 핵심 개념을 중심으로 설명하고 있다.
③ 대상의 발달 과정을 시간의 흐름에 따라 분류하여 정리하고 있다.
④ 대상과 관련한 두 이론을 통합하여 새로운 이론을 도출하고 있다.
⑤ 대상의 구조적 특징을 유사한 사례를 들어 구체적으로 제시하고 있다.

25. 윗글을 통해 알 수 있는 내용으로 적절한 것은?
① 조금은 해수면의 높이가 하루 중 가장 낮을 때를 말한다.
② 지구에 작용하는 달에 의한 기조력이 태양에 의한 기조력보다 크다.
③ 달에 의한 기조력은 지구의 어느 지점에서나 크기가 동일하게 나타난다.
④ 조석은 밀물과 썰물로 인한 해수면의 높이 변화가 가장 클 때를 의미한다.
⑤ 우리나라 서해안에서는 기조력에 의한 조류의 방향이 하루에 한 번만 육지로 향하게 된다.

26. 윗글을 바탕으로 <보기>에 대해 이해한 내용으로 적절하지 <u>않은</u> 것은? [3점]

<보 기>



① 달의 위상이 삭일 때, ㄱ지점에는 지구의 원심력이 달의 인력보다 크게 작용하겠군.
② 달의 위상이 망일 때, 조석 간만의 차는 달의 위상이 상현일 때보다 크겠군.
③ 달의 위상이 삭이나 망일 때, 해수의 조류 속도는 한 달 중 가장 빠르겠군.
④ 달의 위상이 상현일 때, 조석에 영향을 미치는 기조력은 달의 위상이 삭일 때보다 약해지겠군.
⑤ 달의 위상이 상현이나 하현일 때, 조석 간만의 차는 최대가 되겠군.

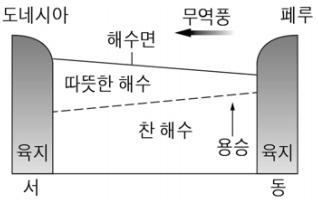
- 정답: 24.② 25.② 26.⑤

◆ 16년 7월 고3 21~23번

[21~23] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

지구의 여러 곳에서 장기간에 걸친 가뭄, 폭염, 홍수, 폭우 등과 같은 이상 기후가 발생하여 인간에게 큰 피해를 주고 있다. 이러한 이상 기후가 나타나는 원인 중에는 ㉠ 엘니뇨와 ㉡ 라니냐가 있다.

평상시에는 오른쪽 그림과 같이 적도 부근의 동태평양에 있는 남아메리카 페루 연안으로부터 서쪽으로 무역풍이 지속적으로 분다. 이 무역풍은 동쪽에 있는 따뜻한 표층수를 서쪽 방향으로 운반하기 때문에 따뜻한 해수층의 두께는 서태평양 쪽에서는 두껍고 동태평양 쪽에서는 얇아진다. 이와 함께 남아메리카 페루 연안에서는 서쪽으로 쓸려 가는 표층수의 자리를 메우기 위해 차가운 심층 해수가 아래로부터 올라오는 용승*이 일어나게 된다.



〈평상시 적도 부근 태평양의 연직 단면〉

이 결과 적도 부근 동태평양 페루 연안의 해수면 온도는 같은 위도의 다른 해역보다 낮아지고, 적도 부근 서태평양에서의 표층 해수의 온도는 높아지게 된다. 표층 해수의 온도가 높아지면 해수가 증발하여 공기 중에 수증기의 양이 많아지고, 따뜻한 해수가 공기를 데워 상승 기류를 발생시켜 저기압이 발달하고 구름이 생성된다. 이로 인해 해수 온도가 높은 서태평양에 위치한 동남아시아와 오스트레일리아에는 강수량이 많아진다. 반대로 남아메리카의 페루 연안에는 하강 기류가 발생하여 고기압이 발달하고 맑고 건조한 날씨가 나타난다.

적도 부근 태평양의 무역풍은 2~6년 사이로 그 세기가 변하는데, 이에 따라 적도 부근 태평양의 기후 환경은 달라진다. 무역풍이 평상시보다 약해지면 태평양 동쪽의 따뜻한 표층수를 서쪽으로 밀어내는 힘이 약해진다. 이로 인해, 적도 부근 동태평양의 용승이 약해지며 해수면의 온도는 평상시보다 높아진다. 따뜻한 표층수가 동쪽에 머무르면, 적도 부근 서태평양은 평상시에 비해 해수면의 온도와 해수면의 높이가 낮아지고, 적도 부근 동태평양은 해수면의 온도와 해수면의 높이가 상승하는데 이 현상이 엘니뇨이다. 엘니뇨가 발생하면 인도네시아, 오스트레일리아 등에서는 평상시에 비해 강수량이 감소하여 가뭄이 발생하고, 대규모 산불이 일어나기도 한다. 반면에 페루, 칠레 등에서는 평상시보다 많은 강수량을 보이면서 홍수가 자주 발생하는 등 이상 기후가 나타나게 된다.

한편, 무역풍이 평상시보다 강해지면 적도 부근 동태평양의 해수면의 온도와 해수면의 높이가 평상시보다 더 낮아지고 적도 부근 서태평양의 해수면의 온도와 해수면의 높이가 평상시보다 더 높아진다. 이런 현상을 라니냐라고 한다. 라니냐가 발생하면 동남아시아와 오스트레일리아에서는 홍수가 잦아지거나 이상 고온 현상이 나타나기도 하고, 반대로 페루, 칠레 등에서는 평상시보다 더 건조해져 가뭄이 발생할 수 있다. 라니냐가 발생하면 적도 부근 동태평양의 기압은 평상시보다 상승하고 서태평양의 기압은 평상시보다 하강하여 두 지역의 기압차는 평상시보다 더 커진다.

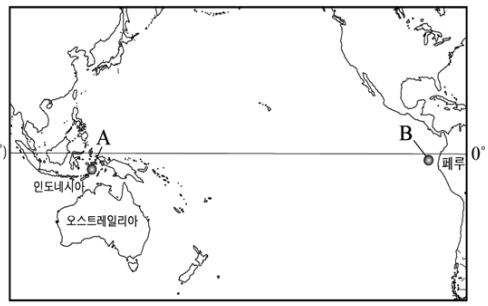
* 용승: 표층 해수의 이동에 의해 심층의 찬 해수가 상승하는 현상.

21. 윗글에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?
① 현상들을 제시하고 그 현상들의 영향을 설명하고 있다.
② 가설을 설정하고 구체적인 사례를 들어 검증하고 있다.
③ 현상의 원인을 분석하여 다양한 해결책을 제시하고 있다.
④ 현상의 공통점을 바탕으로 유용성을 자세히 설명하고 있다.
⑤ 현상과 관련된 이론을 소개하고 그 이론의 한계를 지적하고 있다.

22. 윗글을 통해 알 수 있는 내용으로 적절하지 않은 것은?
① 적도 부근 서태평양에서 표층 해수의 온도가 높아지면 상승 기류가 발생한다.
② 평상시에 무역풍은 적도 부근 태평양의 표층수를 동쪽에서 서쪽 방향으로 이동시킨다.
③ 동태평양 페루 연안에서 용승이 일어나면 같은 위도의 다른 해역보다 페루 연안의 해수면 온도가 높아진다.
④ 평상시 적도 부근 서태평양에 저기압이 발달하면 적도 부근 서태평양에 위치한 동남아시아의 강수량이 많아진다.
⑤ 평상시에 적도 부근 동태평양의 따뜻한 표층수가 서쪽으로 이동하여 동태평양의 따뜻한 해수층의 두께가 얇아진다.

23. 윗글을 바탕으로, <보기>의 그림을 활용하여 ㉠, ㉡을 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

<보 기>



① A 해역의 표층 해수의 온도는 ㉠일 때보다 ㉡일 때 더 높다.
② B 해역의 따뜻한 해수층은 ㉠일 때보다 ㉡일 때 더 두껍다.
③ ㉠일 때, A 해역의 해수면의 높이는 평상시보다 낮아진다.
④ ㉠일 때, A 해역 부근 지역에서는 가뭄, 산불 등의 피해가 발생할 수 있다.
⑤ ㉡일 때, A와 B의 기압 차는 평상시보다 더 크다.

- 정답: 21.① 22.③ 23.②

◆ 08 MDEET 언어추론 20~22번

[20~22] 다음을 읽고 물음에 답하시오.

해에 따라서 혹서 또는 저온의 여름이 출현하고, 겨울의 기온과 강설량에도 큰 편차가 나타난다. 그런데 이러한 계절 기후의 특성을 미리 예측하는 일은 매우 어렵다. 수일 이내를 대상으로 하는 단기 예보의 정확도에 비하여, 예측 대상 기간을 1개월 이상으로 하는 장기 기후 예측의 정확도는 많이 떨어진다. 그 이유가 무엇일까?

우선 장기 기후 변화는 해양의 영향을 많이 받는데, 해수 온도의 장기적 변화를 예측하기 어렵다는 사실을 들 수 있다. 해양의 열용량은 육지보다 훨씬 크며, 대기의 열용량의 사백 배에 달한다. 난류의 영향을 크게 받는 북유럽은 같은 위도대에 위치하면서 난류의 영향을 받지 않는 다른 지역에 비하여 평균 기온이 훨씬 높고 일교차와 연교차가 작다는 사실을 생각해 보면, 해류가 기후에서 차지하는 비중을 짐작할 수 있다. 그래서 기후 예측의 대상 기간이 길수록 해양의 상태를 파악하는 일이 중요하다. 대기에 직접 영향을 미치는 것은 해수 표면의 온도인데, 표면 온도를 포함하여 해수의 온도는 해류 운동에 의해 결정된다. 문제는 해류 운동이 매우 불규칙하여 해수 온도의 공간 분포를 예측하기가 어렵다는 점이다. 해류 운동에는 다양한 주기를 가진 여러 인자들이 관여하기 때문이다. 어떤 인자는 100년 이상의 주기를 보이기도 하는데, 이들이 서로 간섭하여 상승 혹은 상쇄 효과를 내며 해류 운동의 불규칙성을 낳는다.

해양 수중 온도의 관측이 기술적.경제적으로 어렵다는 사실도 그 이유가 된다. 대기와 달리 해수는 전자기파를 잘 흡수하는 성질이 있어 수중에서는 전자기파를 통한 원거리 정보 전달이 어렵기 때문에 기상 관측에서 사용하는 라디오존데와 같은 기구를 사용하기 힘들다. 따라서 직접 배를 타고 현장에 나가 관측을 해야 하는데, 여기에는 많은 시간과 비용이 소요된다는 난점이 있다. 그래서 수중 온도 분포 자료가 기후 예측에 매우 중요한데도 실효성이 있는 자료를 기후 예측 모델의 입력 자료로 사용할 수 없는 실정이다.

해양-대기의 상호 작용 메커니즘에 관한 이해 부족도 간과할 수 없는 요인이다. 바람은 해수 온도의 공간 분포 차이로 발생하고, 발생한 바람은 해류를 만들어 해수 온도 분포를 바꾼다. 즉, 바람과 해류는 서로 발생의 원인으로 작용하는 ⓐ<u>인과적 상호 작용</u>을 한다. 그런데 그 메커니즘을 구체적으로 이해하려고 하면 그 관계가 명료하게 규명되지 않는 경우가 많다. 예를 들어 세계 각지에 이상 기후를 발생시키는 엘니뇨현상의 경우, 그것을 유발하는 해류와 바람의 상호 작용에 대한 이해가 부족하기 때문에 다음번 엘니뇨현상이 언제 발생할지를 제대로 예측하기는 어렵다.

기후 시스템이 ⓑ<u>카오스적 성질</u>을 가지고 있다는 것도 장기 기후 예측을 어렵게 한다. 카오스적 성질이란 초기 조건의 미미한 차이가 시간이 지남에 따라 예상할 수 없는 방향으로 급속히 확대되어, 초기에는 같은 것처럼 보였던 상태가 나중에는 전혀 다른 상태로 변해 가는 성질을 말한다. 이러한 성질을 갖는 시스템은 시간에 따라 불규칙하게 변화하기 때문에 두 번 다시 똑같은 상태가 나타나지 않는다. 기후 모델의 입력 자료로 사용되는 기상 관측 자료에는 필연적으로 오차가 포함되기에, 예측 기간이 길어질수록 예보 결과는 사실과 동떨어진 결과를 산출하게 된다.

20. 위 글로 미루어, 타당성을 인정하기 <u>어려운</u> 진술은?

① 해수의 표면 온도가 높은 해역이 낮은 해역보다 해수의 열 저장량도 많다고 볼 수는 없다.
② 지구 온난화의 영향이 아니더라도 지역에 따라서는 이상 고온 현상이 오랜 기간 지속될 수 있다.
③ 엘니뇨현상이 더 자주 더 강하게 나타나는 것으로 관측된다면 장기 기후 예측이 곤란하다는 주장은 약화된다.
④ 수중에서 수집한 정보를 지상의 관측소까지 신속하게 전달할 수 있는 기법이 개발된다면 장기 기후 예측의 어려움이 줄어든다.
⑤ 장기 기후 예측은 초기 조건을 바꾸어 가면서 반복 계산을 수행한 후에 그 결과를 평균하는 방식을 이용하는데, 이는 기후의 카오스적 성질에서 오는 문제를 줄이려는 의도이다.

21. <보기>의 현상들을 인과 유형에 따라 ⓐ와 ⓑ로 바르게 묶은 것은?

<보 기>

ㄱ. 열섬 현상이 발생하여 도시의 기온이 상승하면 냉방 에너지 소비가 늘어나서 폐열의 배출이 많아지고, 이 폐열이 도시 온도를 더욱 높인다.

ㄴ. 해상에서 공기의 냉각과 습윤화로 해무가 발생하면 이 해무가 태양 복사를 차단하고 야간 복사 냉각을 증가시키는데, 그 결과 공기의 냉각과 습윤화가 심화되면서 더 많은 해무가 발생한다.

ㄷ. 지구 온난화로 열대 해양의 수증기 증발이 증가하였을 때, 증발한 수증기가 그 지역 기상 조건의 차이에 따라 태풍의 에너지원으로 사용되면 태풍 발생이 증가하고, 상공에서 응결되어 열을 방출하면 태풍 발생이 감소한다.

ㄹ. 대기 중 이산화탄소 농도가 증가하면 아마존 우림의 식물들이 기공을 여는 시간이 줄어들고, 그 결과 우림의 증산량(蒸散量)이 감소하여 강우량이 줄어든다. 이에 따라 우림의 면적이 줄어들면 광합성 양의 감소에 따라 다시 이산화탄소 농도가 증가한다.

	ⓐ 인과적 상호 작용	ⓑ 카오스적 성질
①	ㄱ, ㄴ, ㄹ	ㄷ
②	ㄱ, ㄷ	ㄴ, ㄹ
③	ㄱ, ㄹ	ㄴ, ㄷ
④	ㄴ	ㄱ, ㄷ, ㄹ
⑤	ㄴ, ㄷ, ㄹ	ㄱ

22. <보기>는 지구와 화성의 특성에 대한 정보이다. 위 글과 <보기>에 제시된 정보를 바탕으로 화성에 대하여 추정한 내용으로 타당한 것은?

<보 기>

	지구	화성
지상 기압	1,013 hPa	8 hPa
대기 구성 주성분 기체	N_2 78% O_2 21%	CO_2 95% N_2 2%
표면 상태	토양 32% 해수면 68%	토양 100% 해수면 0%
표면 온도 범위	-60℃ ~ 30℃	-140℃ ~ 20℃
자전 주기	24.0 시간	24.6 시간
공전 주기	1.0 년	1.9 년
공전 궤도면에 대한 자전축의 기울기	66.5°	64.8°

① 행성 표면의 열적 조건이 장기 기후 변화에 미치는 영향은 지구보다 클 것이다.

② 동일 위도대에서 지역 간의 연평균 기온 차이는 지구보다 작을 것이다.

③ 대기 온도 관측 자료의 전송에 전자기파를 이용할 수 없을 것이다.

④ 장기 기후 예측은 지구보다 어려울 것이다.

⑤ 기온의 일교차는 지구보다 작을 것이다.

- 정답: 20.③ 21.① 22.②

◆ 15 LEET 언어이해 11~13번

[11~13] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

남극 대륙에는 모두 녹을 경우 해수면을 57미터 높일 정도의 얼음이 쌓여 있다. 그 중에서 빙붕(ice shelf)이란 육지를 수 킬로미터 두께로 덮고 있는 얼음 덩어리인 빙상(ice sheet)이 중력에 의해 해안으로 밀려 내려가다가 육지에 걸친 채로 바다 위에 떠 있는 부분을 말한다. 남극 대륙에서 해안선의 약 75%가 빙붕으로 덮여 있는데, 그 두께는 100~1,000미터이다. 시간에 따른 빙붕 질량의 변화는 지구 온난화와 관련하여 기후학적으로 매우 중요한 요소이다. 빙붕에서 얼음의 양이 줄어드는 요인으로서 빙산으로 조각나 떨어져 나오는 얼음의 양은 비교적 잘 측정되고 있지만, 빙붕 바닥에서 따뜻한 해수의 영향으로 얼음이 얼마나 녹아 없어지는가는 그동안 잘 알려지지 않았다. 빙붕 아래쪽은 접근하기가 어려워 현장 조사가 제한적이기 때문이다. 더구나 최근에는 남극 대륙 주변의 바람의 방향이 바뀌면서 더 따뜻한 해수가 빙붕 아래로 들어오고 있어서 이에 대한 정확한 측정이 요구된다. 빙붕 바닥에서 얼음이 녹는 양은 해수면 상승에 영향을 미치기 때문이다.

육지에서 흘러내려와 빙붕이 되는 얼음의 질량(A)과 빙붕 위로 쌓이는 눈의 질량(B)은 빙붕의 얼음을 증가시키는 요인이 된다. 반면에 빙산으로 부서져 소멸되는 질량(C)과 빙붕의 바닥에서 녹는 질량(D)은 빙붕의 얼음을 감소시킨다. 이 네 가지 요인으로 인하여 빙붕 전체 질량의 변화량(E)이 결정된다. 남극 빙붕에서 생성되고 소멸되는 얼음의 질량에 대한 정확한 측정은 인공위성 관측 자료가 풍부해진 최근에야 가능하게 되었다.

A는 빙붕과 육지가 만나는 경계선에서 얼음의 유속과 두께를 측정하여 계산한다. 얼음의 유속은 일정한 시간 간격을 두고 인공위성 레이더로 촬영된 두 영상 자료의 차이를 이용하여 수 센티미터의 움직임까지 정확하게 구할 수 있다. 얼음의 두께는 먼저 인공위성 고도계를 통해 물 위에 떠 있는 얼음의 높이를 구하고, 해수와 얼음의 밀도 차에 따른 부력을 고려하여 계산한다. B는 빙붕 표면에서 시추하여 얻은 얼음 코어와 기후 예측 모델을 통해 구할 수 있는데, 그 정확도는 비교적 높다. C는 떨어져 나오는 빙산의 면적과 두께를 이용하여 측정할 수도 있으나, 빙산의 움직임이 빠를 경우 그 위치를 추적하기 어렵고 해수의 작용으로 빙산이 빠르게 녹기 때문에 이 방법으로는 정확한 측정이 쉽지 않다. 따라서 보다 정밀한 측정을 위해 빙붕의 끝 자락에서 육지 쪽으로 수 킬로미터 상부에 위치한 임의의 기준선에서 측정된 얼음의 유속과 두께를 통해 구하는 방식으로 장기적으로 신뢰할 만한 값을 구한다. E는 빙붕의 면적과 두께를 통해 구하며, 이 모든 요소를 고려하여 D를 계산한다.

연구 결과, 남극 대륙 전체의 빙붕들에서 1년 동안의 A는 2조 490억 톤, B는 4,440억 톤, C는 1조 3,210억 톤, D는 1조 4,540억 톤이며, E는 −2,820억 톤인 것으로 나타났다. 남극 대륙 빙붕의 질량 감소 요인 중에서 D가 차지하는 비율인 R 값을 살펴보면, 남극 대륙 전체의 평균은 52%이지만, 지역에 따라 10%에서 90%에 이르는 극명한 차이를 보인다. 남극 대륙 전체 해역을 경도에 따라 4등분할 때, 서남극에 위치한 파인 아일랜드 빙붕과 크로슨 빙붕 같은 소형 빙붕들에서 R 값의 평균은 74%를 보였고, 그 외 지역에서는 40% 내외였다. 특히 남극에서 빙산의 3분의 1을 생산해 내는 가장 큰 빙붕으로 북남극과 서남극에 걸친 필크너-론 빙붕, 남남극의 로스 빙붕에서 R 값은 17%밖에 되지 않았다.

남극 전체 빙붕의 91%의 면적을 차지하는 상위 10개의 대형 빙붕에서는 남극 전체 D 값 중 50% 정도밖에 발생하지 않으며, 나머지는 9% 면적을 차지하는 소형 빙붕들에서 발생한다. 이는 소형 빙붕들이 상대적으로 수온이 높은 서남극 해역에 많이 분포하고 있기 때문이다. 따라서 대형 빙붕들 위주로 조사한 데이터를 면적 비율에 따라 남극 전체에 확대 적용해 온 기존의 연구 결과에는 남극 전체의 D 값이 실제와 큰 ㉠ 오차가 있었을 것이다.

빙붕의 단위 면적당 D 값인 S 값을 살펴보면, 남극 전체에서 1년에 약 0.81미터 두께의 빙붕 바닥이 녹아서 없어지는 것으로 나타났으며, 지역적으로는 0.07~15.96미터로 편차가 컸다. 특히 서남극의 소형 빙붕에서는 매우 큰 값을 보여 주었으나, 다른 지역의 대형 빙붕은 작은 값을 보였다. 이는 빙붕 바닥에서 육지와 맞닿은 곳 근처에서는 얼음이 녹고, 육지에서 멀리 떨어진 곳에서는 해수의 결빙이 이루어지기 때문이다.

11. A~E를 구하는 과정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① A는 수면 위의 빙붕의 높이에 관한 정보를 활용하여 구한다.

② B는 빙붕에서 직접 채취한 시료를 이용하여 추정한 값으로 구한다.

③ C는 떨어져 나온 빙산 양을 추적하는 방식으로는 정확하게 구하기 쉽지 않다.

④ D는 해수의 온도와 해수 속에서 녹는 얼음의 양을 직접 측정하여 구한다.

⑤ E는 빙붕의 두께 변화에 대한 정보를 얻어야 측정할 수 있다.

12. ㉠과 관련하여 추론한 것으로 적절하지 않은 것은?

① 남극 전체의 S 값이 실제 값보다 작게 파악되는 결과를 초래했다.
② 남극 전체의 R 값이 실제 값보다 작게 파악되는 결과를 초래했다.
③ 파인 아일랜드 빙붕의 R 값이 실제 값보다 작게 파악된 것과 같은 이유 때문에 발생했다.
④ 크로슨 빙붕의 S 값이 실제 값보다 작게 파악된 것과 같은 이유 때문에 발생했다.
⑤ 로스 빙붕의 R 값이 실제 값보다 작게 파악된 것과 같은 이유 때문에 발생했다.

13. 윗글을 바탕으로 <보기>에 대해 논의한 것으로 옳은 것은?

<보 기>

최근의 한 연구에서 서남극에서 녹는 얼음이 몇 세기에 걸쳐 멈출 수 없는 해수면 상승을 일으킬 가능성이 높은 것으로 나타났다. 이 지역에는 모두 녹으면 해수면을 5미터 상승시킬 얼음이 분포한다. 이곳에 위치한 아문센 해는 해저 지형이 해수가 진입하기 좋게 형성되어 있어서 해수가 빙붕을 녹이는 데 용이한 조건을 구비하고 있다. 더구나 이곳에는 빙붕의 진행을 막아 줄 섬도 없어 미끄러져 내려오는 빙상을 저지하지 못하기 때문에 해수에 녹아 들어가는 빙붕의 양은 계속 많아질 전망이다.

① 아문센 해 인근의 해안에는 대형 빙붕들이 많이 분포할 것이다.
② 아문센 해에서는 빙붕의 두께가 줄어드는 속도가 남극 대륙의 평균값보다 클 것이다.
③ 아문센 해 인근의 빙붕의 바닥이 빠르게 녹으면서 인접한 빙상이 수년 내에 고갈될 것이다.
④ 서남극의 얼음 총량이 다른 남극 지역보다 더 많기 때문에 해수면 상승 효과가 더 클 것이다.
⑤ 서남극에서 빙상의 이동 속도가 증가하는 것은 떨어져 나가는 빙산의 양을 통해 알 수 있을 것이다.

- 정답: 11.④ 12.⑤ 13.②