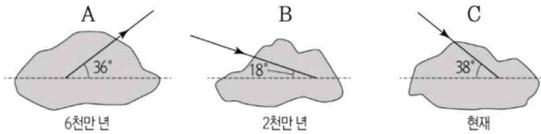


2. 그림은 인도 대륙 중앙의 한 지점에서 채취한 암석 A, B, C의 나이와 암석이 생성될 당시 고지자기의 방향과 복각을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B, C는 정자극기에 생성되었고, 지리상 북극의 위치는 변하지 않았다.) [3점]

- < 보 기 > —
- ㄱ. A는 생성될 당시 남반구에 있었다.
 - ㄴ. B가 C보다 고위도에서 생성되었다.
 - ㄷ. A가 만들어진 이후 히말라야 산맥이 형성되었다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

고지자기 부분은 많은 학생들이 어려워하더라고요.. 하지만 고지자기에 대한 개념을 이해하고 있다면 이 그림을 어렵지 않게 볼 수 있을겁니다.(만약 이 부분이 어렵다면 고지자기에 대한 개념을 다시 한번 꼼꼼히 읽어보세요.)

일단 문제를 읽어볼게요. 문제에 따르면 그림에 주어진 정보는 고지자기의 방향과 복각을 나타냈다고 합니다. 그리고 추가 정보로 A, B, C 모두 정자극기에 생성되었다는 말을 통해 지구 자기장이 역전되었다는 의문을 일단 차단해두었네요.

먼저 A 그림을 보겠습니다. 고지자기 방향이 위쪽을 향해 있기에 남반구에서 만들어졌네요. 만약 북반구에서 암석이 만들어졌다면 B 그림이나 C 그림처럼 고지자기 방향이 아래쪽을 향해 있어야 합니다.

또 누가 고위도에서 생성되었을까요? 위도를 보려면 복각을 확인하시면 됩니다. 교과서에 나와 있는 복각의 정의는 나침반 바늘의 N극이 평면과 이루는 각도입니다. 즉 이 각도가 크면, 그러니까 복각이 크면 고위도일 거고 복각이 작을수록 저위도일 겁니다.(실제로 적도에서 나침반의 바늘과 평면은 평행합니다) 일단 우리는 교과서 개념을 확인했고요, 이걸 단서로 누가 더 고위도에 있는지 확인할 수 있습니다.

복각이 C에서 가장 크고, A, B 순으로 작아지니까 C의 위도가 가장 높고 그 다음으로 B의 위도가 가장 낮겠네요.

이렇게 선지 ㄱ, ㄴ까지 해석할 수 있었고 이제 선지 ㄷ을 한번 보겠습니다. A가 6천만 년 전에 생긴 암석이고, 히말라야 산맥은 신생대 이후에 인도 대륙과 유라시아 대륙이 충돌해서 생겼습니다. 그러니까 ㄷ은 맞는 얘기네요?

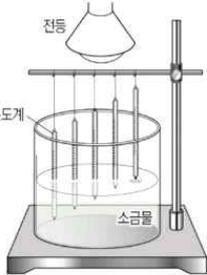
4. 다음은 해수의 수온 연직 분포를 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]

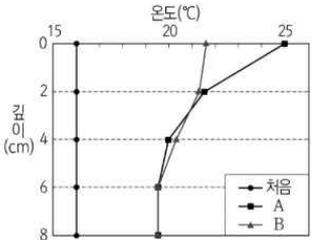
(가) 수조에 소금물을 채우고 온도계의 끝이 각각 수면으로부터 깊이 0 cm, 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm에 놓이도록 설치한 후 온도를 측정한다.

(나) 전등을 켜 후, 더 이상 온도 변화가 없을 때 온도를 측정한다.

(다) 1분 동안 수면 위에서 부채질을 한 후, 온도를 측정한다.



[실험 결과]



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

< 보 기 >

ㄱ. (나)의 결과는 B이다.

ㄴ. A에서 깊이에 따른 온도 차는 0~4 cm 구간이 4~8 cm 구간보다 크다.

ㄷ. 표면과 깊이 8 cm 소금물의 밀도 차는 B가 A보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

지구과학1 모의고사에 늘 나오는 실험 문제입니다. 실험 문제는 어렵다기보다는 자료의 양이 많아서 조금 부담스러울 수 있어요. 실험 문제의 경우는 가장 중요한 게 실험 결과에 대한 자료를 제대로 확인하고 실수 없이 해석하는 게 중요합니다.

일단 실험 과정부터 볼까요? 수조에 소금물은 채운 건 해수랑 비교한 것일테고 깊이에 따라 온도계를 설치한 것은 해수에 어떤 변화를 주었을 때 깊이에 따라 온도가 어떻게 변하는지 알아보고자 하는 겁니다.

(나) 과정에선 전등을 켜고, (다) 과정에서는 부채질을 했네요. 해수에 햇빛이 비칠 때나 바람이 불 때를 비교하려는 거 같습니다.

이 실험이 어떤 실험인지 파악했으니까 이제 결과분석을 해 볼게요. 사실 이 문제를 풀 때 가장 중요한 게 실험 결과 해석입니다.

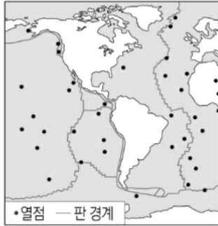
처음에는 깊이별 온도 변화가 똑같았는데 A에선 표층의 온도가 상당히 높고 깊이에 따라 온

도가 급감했습니다. B의 경우는 표층의 온도가 상대적으로 낮고 깊이에 따른 온도 변화가 심하지는 않습니다.

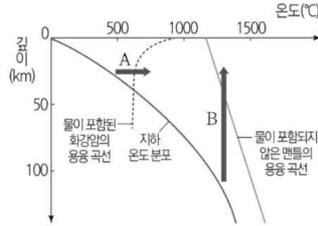
그러니까 (나)의 결과가 A이고 (다)의 결과가 B라는 사실을 알 수 있겠죠?

이제 선지를 보겠습니다. 제가 늘 말했듯 자료분석을 제대로 하면 최소 2개의 선지는 공짜예요. 이 문제도 ㄱ과 ㄴ 선지는 자료분석을 통해 바로 풀 수 있습니다. 이제 ㄷ만 확인하면 되겠네요. 소금물(해수)의 밀도 차는 수온과 관련이 있습니다. 수온이 낮을수록 밀도가 크다는 사실을 우리 교과서에서 배웠습니다. 즉 수온 변화가 큰 게 밀도차가 크다는 얘기죠? 그러니까 온도 변화가 큰 A가 B보다 밀도차가 큽니다.

5. 그림 (가)는 아메리카 대륙 주변의 열점 분포와 판의 경계를, (나)는 지하의 온도 분포와 암석의 용융 곡선을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 열점은 판의 내부에만 존재한다.
 - ㄴ. 열점에서는 (나)의 B 과정에 의해 마그마가 생성된다.
 - ㄷ. 열점에서는 안산암질 마그마가 우세하게 나타난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

자료 (가)를 통해서 열점의 분포와 판의 경계를 확인할 수 있습니다. 열점은 지구 내부 에너지가 플룸을 통해 상승해서 화산활동이 일어나는 곳이라고 정의했던 거 기억하시죠? 대표적인 열점이 하와이 섬이고, 판의 경계가 아닌 곳에서 화산 활동이 일어난다면 높은 확률로 열점입니다. 다만 자료 (가)에서 볼 수 있듯 판의 경계 부근에도 열점이 존재하네요.

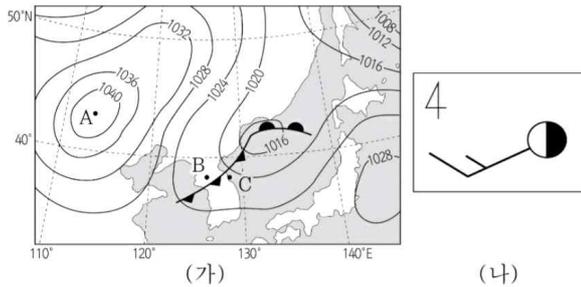
이제 자료 (나)를 볼게요. 자료 (나) 그림 중요하죠. 교과서에 있는 그림인데 어떤 마그마가 어떻게 생성되는지 확인할 수 있습니다. 일단 우리가 지금까지 공부했던 개념을 바탕으로 이 그림을 다시 한번 분석해보겠습니다.

A 과정을 보면 온도가 변하는 것을 확인할 수 있고, B 과정을 보면 깊이가 변하는 것을 확인할 수 있습니다. 온도가 변하는 과정을 생각해보면 대륙지각이 지구 내부 에너지에 의해 용융되어 마그마가 생기는 경우이고, 깊이가 변하는 과정을 생각해보면 압력의 감소로 인해 마그마가 생기는 경우라고 볼 수 있습니다.(깊이가 변하면 누르는 압력이 줄어드는 건 당연하죠?)

열점에서 마그마가 생기는 원리는 물질의 상승이라고 배웠습니다. 맨틀 물질이 상승하면서 압력이 감소하고, 그 과정에서 마그마가 생기는 거예요. A 과정을 한번 생각해보면 온도가 상승하게 되고 물이 포함된 화강암의 용융 곡선과 만나게 되는데 이걸 결국 화강암질 암석으로 이루어진 대륙지각이 가열되어 녹아 마그마가 되는 과정이라고 볼 수 있어요. 그러니까 열점에서 마그마가 생기는 원리에 맞는 것은 B 과정과 같이 맨틀 물질이 상승하면서 압력이 감소해 마그마가 생기는 것이라고 생각할 수 있어요.

이렇게 분석한 자료를 통해 ㄱ, ㄴ, ㄷ 선지를 모두 파악할 수 있는 문제였습니다.(ㄷ 선지는 열점이 현무암질 마그마라는 사실을 몰라도 B 과정이 압력 감소에 따라 맨틀의 용융 곡선과 만나면서 현무암질 마그마가 생긴다는 걸 알 수 있긴 합니다.)

6. 그림 (가)는 어느 날 우리나라 주변의 지상 일기도를, (나)는 B, C 중 한 곳의 날씨를 일기 기호로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기> —
- ㄱ. A에는 하강 기류가 나타난다.
 - ㄴ. 기온은 B가 C보다 높다.
 - ㄷ. (나)는 B의 일기 기호이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

일기도 문제, 그 중에서 온대 저기압 문제는 또 나왔네요? 이쯤이면 온대 저기압은 절대 잊지 말라는 평가원의 뜻이라고 생각하는 게 좋을 거 같습니다.

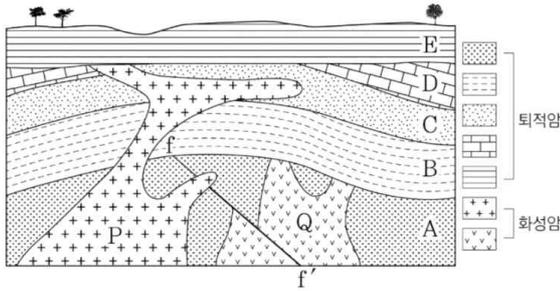
자료 (가)를 보니까 A, B, C가 눈에 띄네요. 이 지점의 날씨는 각각 어떤지 확인해보고 문제를 푸는 게 좋겠죠? 구체적으로 머리를 쥐어짜내면서까지 생각한다기보다는 눈에 보이는 걸 가지고 기본 개념만 가지고 각 지점의 날씨를 확인해볼거예요.

A 지점은 기압도를 보니까 기압이 정말 높습니다. A는 고기압 지대, 지도에 그려진 위치를 보니까 그 중에서 대륙성 고기압이라는걸 알 수 있겠네요. B는 한랭 전선 뒤에, C는 한랭 전선 앞, 온난 전선 뒤에 있습니다. 한랭 전선의 특징을 알면 B와 C 지역의 날씨를 알 수 있겠네요. 한랭 전선이 지나고 나면 기온이 낮아지고 적운형 구름의 영향권 안에 들어 좁은 지역에 강한 비가 내립니다. 온난 전선이 지나고 나면 기온이 높아지고 날씨가 맑아지지만, 기압은 떨어지고요.

자료 (나)의 일기도는 어떤 날씨를 말하고 있나요? 남서풍이 눈에 띄고 구름이 조금 끼어 있으며 7m/s의 풍속으로 남서풍이 불고 있다는 걸 알 수 있습니다. 온대 저기압을 공부할 때 풍향의 변화를 공부했던 기억이 날 겁니다. 온난전선이 지나기 전에는 북서풍, 온난전선이 지나고 나면 남서풍, 한랭전선이 지나고 나면 북서풍. 기억나시죠? 그러니까 (나)는 C 지역의 날씨를 일기 기호로 나타낸 것이라고 보면 되겠네요.

자료분석을 통해 ㄱ, ㄴ, ㄷ 선지를 모두 확인할 수 있었습니다!

10. 그림은 어느 지역의 지질 단면도이다. 관입암 P와 Q에 포함된 방사성 원소 X의 양은 각각 처음의 $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{64}$ 이고, 방사성 원소 X의 반감기는 1억 년이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 지층의 역전은 없었다.) [3점]

- ① P는 3억 년 전에 생성되었다.
- ② 단층 f-f'는 장력에 의해 형성되었다.
- ③ 이 지역은 최소 3회의 융기가 있었다.
- ④ 생성 순서는 A → Q → B → C → D → P → E이다.
- ⑤ A층이 생성된 시기에 최초의 척추동물이 출현하였다.

먼저 문제를 읽어보겠습니다. 관입암 P와 Q에 포함된 방사성 원소 X의 양을 나타냈고, 반감기는 1억 년이라는 단서를 던져줬습니다. 일단 P와 Q가 언제 생성되었는지 알아보까요? 처음의 $\frac{1}{8}$ 이면, 반감기가 3번 일어난 것이고 처음의 $\frac{1}{64}$ 면 반감기가 6번 일어난 거네요. 이 방사성 동위원소 X의 반감기가 1억 년이라고 했으니 P는 3억 년 전에, Q는 6억 년 전에 생성된 겁니다. 그러니까 1번 선지는 맞네요.

2번 선지를 풀려면 단층 f-f'가 정단층인지 역단층인지 알아야 합니다. 상반이 위에 있으면 정단층, 밑에 있으면 역단층이죠. 단층 f-f'를 보니까 상반이 밑에 있고 하반이 좀 위에 있습니다. 그러니까 이건 정단층이네요(상반이 사다리꼴의 긴 변이라고 생각하는 게 편해요). 정단층은 장력에 의해 형성되고, 역단층은 횡압력에 의해 형성되니까 2번 선지는 맞습니다.

3번 선지를 보기 전에 4번 선지부터 볼게요. 이 지층이 어떤 순서로 생성되었는지 지사학의 법칙으로 알아낼 수 있어야 합니다. 일단 맨 밑에 있는 A가 가장 먼저 생성되었고, 6억 년 전에 마그마가 관입해서 Q가 만들어졌네요. 그다음에 위에 B층, C층, D층이 쌓였다가 3억 년 전에 마그마가 또 관입해서 P가 생성되었고 그 뒤 E층이 쌓였습니다. 결국 생성 순서는 A-Q-B-C-D-P-E니까 4번 선지는 맞습니다.

3번 선지에서 이 지층이 있는 지역의 융기 횟수를 물었습니다. 융기가 몇 번 일어났는지 확인하려면 지질학자처럼 그 증거를 찾으면 되겠네요? 그 증거가 뭘까요. 부정합면의 개수가 대표적입니다. 그럼 이 지층에서 부정합을 한번 찾아볼게요. 맨 위에 E층과 D층의 경계를 보면 지

층의 방향이 조금 다른 걸 볼 수 있습니다. 다음에 부정합이 없나요? 꼼꼼히 살펴보세요. 여기서 낚이기 정말 쉽습니다. 꼼꼼히 살펴봤더니 A층과 B층 사이를 보면 A층에 관입에 의해 생긴 Q 암석이 잘린 채 부자연스럽게 존재하는 걸 볼 수 있습니다. Q 암석 위가 잘린 걸 보아하니 침식을 받은 듯한 흔적이 보이네요. 관입은 깊은 곳에서 일어나는 곳인데 이게 침식되었다는 것은 용기해서 풍화와 침식 작용을 받고 다시 퇴적이 시작되었다는 것. 이걸 생각해주시면 됩니다.

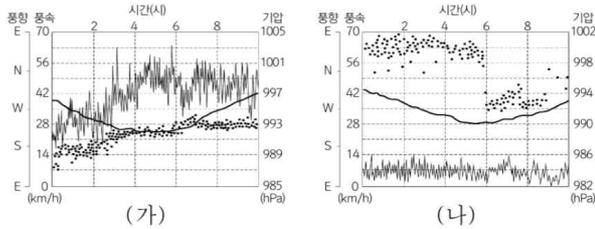
부정합이 그럼 2개니까 용기도 최소한 두 번 일어난 건가요? 지구과학1 자료 분석은 설령설령 보다가 낚이기 정말 쉬우니 작은 것 하나까지 따지고 끝까지 보셔야 합니다. 용기의 증거가 정말 이게 끝일까요?

이 지층의 맨 윗부분은 지표면에 드러나 있으니까 막판에 다시 한번 더 용기했다는 사실을 알 수 있겠네요. 이 마지막을 놓치면 안 됩니다.

결과적으로 이 지역은 최소 3번의 용기가 있었네요.

마지막으로 5번 선지를 보겠습니다. A층이 언제 생겼을까요? A에 관입되어 생긴 Q층이 6억 년 전에 생겼으니까 A층은 6억년 이전에 생겼습니다. 그럼 최초의 척추동물은 언제 생겼나요? 고생대에 생겼습니다. 고생대는 5억 4천만 년 전부터 시작되었는데 A 암석은 6억 년보다 더 오래되었으니 선캄브리아대에 생긴 셈이네요. 그러니까 5번 선지를 바르게 고치면 A층이 생성된 이후에 최초의 척추동물이 출현했네요.

11. 그림 (가)와 (나)는 어느 날 태풍이 우리나라를 통과하는 동안 서울과 부산에서 관측한 기압, 풍향, 풍속 자료를 순서 없이 나타낸 것이다.



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

- <보 기> —
- ㄱ. 태풍의 중심은 (가)가 관측된 장소의 서쪽을 통과하였다.
 - ㄴ. 최저 기압은 (가)가 (나)보다 낮다.
 - ㄷ. 평균 풍속은 (가)가 (나)보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

일단 (가)와 (나) 자료에서 각 그래프가 의미하는 게 뭔지 알아보겠습니다. 점이 풍향 변화인 건 보이시나요? 방향이 연속적으로 변하지 않으니까 점을 찍어서 나타냈습니다.

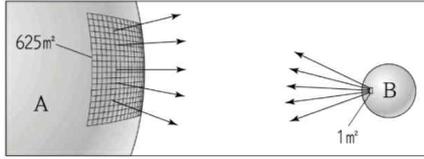
(가)의 풍향은 남쪽에서 서쪽으로, 그러니까 시계 방향으로 변하고 있고 (나)의 풍향은 동쪽-북쪽-서쪽으로, 그러니까 반시계 방향으로 변하고 있습니다. 태풍의 진행 방향의 오른쪽은 위험 반원으로 풍향이 시계 방향으로 변하고, 태풍의 진행 방향의 왼쪽은 안전 반원으로 풍향이 반시계 방향으로 변합니다. 그러니까 (가)는 태풍 진행 방향의 오른쪽(동쪽)에 있고, (나)는 태풍 진행 방향의 왼쪽(서쪽)에 있네요.

이제 실선 그래프 두 개가 남았는데 뭐가 기압이고 뭐가 풍속인지 찾아야겠죠. 태풍이 가까이 올수록 기압은 낮아지고 태풍이 멀어질수록 기압은 높아지는데 풍속은 꾸준히 변하니까 어느 그래프가 기압이고, 어느 그래프가 풍속인지 확인하실 수 있습니다.

최저 기압은 (가)가 993hPa보다 조금 낮고, (나)가 990hPa 정도입니다. 최저 기압은 (나)가 (가)보다 낮네요. 다음으로 평균 풍속을 확인해보면 풍속 그래프가 위에 있는 쪽이 평균 풍속이 더 빠르다는 거죠? (가)에서 풍속 그래프는 위쪽에 있는 추세인 반면 (나)에서 풍속 그래프는 아래쪽에 있는 추세라 평균 풍속은 (가) 지역이 더 빠릅니다.

이렇게 자료 분석을 통해 <보기>에 주어진 모든 선지를 확인할 수 있었어요!

12. 그림은 별 A와 B에서 단위 시간당 동일한 양의 복사 에너지를 방출하는 면적을 나타낸 것이다. A의 광도는 B의 40배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B는 흑체로 가정한다.) [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 표면 온도는 B가 A보다 5배 높다.
 - ㄴ. 반지름은 A가 B보다 150배 이상이다.
 - ㄷ. 최대 에너지를 방출하는 파장은 B가 A보다 길다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

그림을 보니까 단위 시간당 동일한 양의 복사 에너지를 방출하는 면적은 A가 B보다 625배 더 크니까 슈테판-볼츠만 법칙을 이용하면 별 B의 표면 온도는 별 A보다 5배 높습니다.

그 다음으로 이 정보를 가지고 알 수 있는 별의 물리량은 반지름인데(선지 ㄴ) A의 광도는 B의 40배라고 했으니 정말 중요한 식인 $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$ 을 이용하면, A에서 온도를 1, B에서 온도를 5라고 두고 A의 광도를 40, B의 광도를 1이라 두고 식에 대입해서 R을 구할 수 있습니다.

별 A와 별 B에서 각각 반지름을 구하면 아래와 같습니다.

$$40 = 4\pi R_A^2 \sigma \times 1 \qquad 1 = 4\pi R_B^2 \sigma \times 625$$

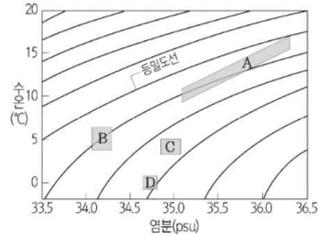
$$R_A = \sqrt{\frac{40}{4\pi\sigma}} = \sqrt{\frac{10}{\pi\sigma}} \qquad R_B = \sqrt{\frac{1}{4\pi\sigma \times 625}} = \frac{1}{50} \sqrt{\frac{1}{\pi\sigma}}$$

그러니까 반지름은 A가 B의 $50\sqrt{10}$ 배네요.

ㄷ 선지를 보면, 최대 에너지를 방출하는 파장은 표면 온도에 반비례하므로 B가 A보다 짧습니다.

이런 유형의 천체 계산문제는 자료 분석보다는 문제에서 쓸 수 있는 단서를 모으고 각 선지에 제시된 물리량에 맞는 식에 대입해서 선지가 옳은지 그른지 판단하는 게 좋습니다.

13. 그림은 대서양에서 관측되는 수괴의 수온과 염분 분포를 나타낸 것이다. A~D는 북대서양 중앙 표층수, 남극 저층수, 북대서양 심층수, 남극 중층수를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기> —————
- ㄱ. 수온 분포의 폭이 가장 큰 것은 A이다.
 - ㄴ. C는 그린란드 해역 주변에서 침강한다.
 - ㄷ. 평균 밀도는 D가 가장 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

A, B, C, D가 어떤 종류의 해수인지 어떻게 알 수 있을까요? 수온을 이용해서 판단할 수 있습니다. 그렇게 판단하라고 자료의 수온-염분도에 표시를 해 두었네요.

먼저 A는 수온이 가장 높으니까 북대서양 중앙 표층수, 가장 온도가 낮은 B는 남극 중층수이고 C와 D 중에서 온도가 더 낮은 쪽이 남극 저층수겠죠? 그러니까 C가 북대서양 심층수이고 D가 남극 저층수입니다.

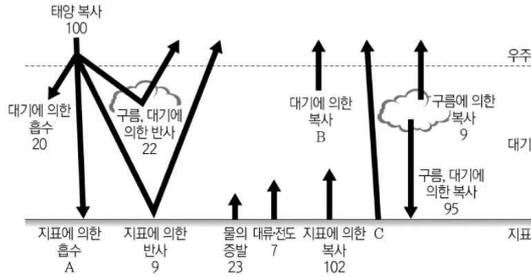
ㄱ에서 수온 분포의 폭이 가장 큰 것이 무엇인지 물었는데 A가 B, C, D에 비해서 수온의 범위가 넓은 거 확인이 되나요? 단순히 그림만 보면 해결되는 이야기입니다. 여담으로 수온 분포의 폭이 가장 작은 것은 D겠네요.

해수의 밀도는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 큼니다. 그러니까 수온-염분도에서 오른쪽 아래로 내려갈수록 밀도가 증가한다는 거죠? 가장 오른쪽 아래에 가까운 걸 고르라면 D(남극 저층수)네요.

결국 이 문제는 주어진 수온의 범위를 이용해 A, B, C, D를 판별하고 수온-염분도에서 밀도가 증가하는 조건을 제대로 파악하고 있는지 묻고 있었습니다.

수온-염분도 문제는 자료만 제대로 분석할 줄 안다면 쉽게 풀 수 있습니다.

14. 그림은 복사 평형 상태에 있는 지구의 열수지를 나타낸 것이다.



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

- <보 기> —
- ㄱ. A는 B보다 크다.
 - ㄴ. C는 지표에서 우주로 직접 방출되는 에너지양이다.
 - ㄷ. 대기에서는 방출되는 적외선 영역의 에너지양이 흡수되는 가시광선 영역 에너지양보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

애도 진짜 중요하죠? 수치를 외운다기보다는 먹는 양이랑 뱉어내는 양이랑 항상 같다는 것만 기억해주시면 됩니다.

여기는 웬만한 수치가 다 나와 있으니까 A, B, C의 값을 구할 수 있을 거 같아요!

A는 태양 복사 에너지니까 100에서 반사되거나 다른 곳에 흡수되는 양을 빼주면 되겠죠?

$$100 = A + 20 + 9 + 22$$

$$A = 49$$

그 다음에 B는 대기에 의한 복사이므로 대기가 흡수하는 에너지의 양과 대기가 방출하는 에너지의 양은 같다는 사실을 이용하겠습니다.

$$B + 9 + 95 = 20 + 23 + 7 + 102$$

$$B = 48$$

대기에서 빠져나가는 에너지가 대기에 의한 복사(B), 구름에 의한 복사(9), 구름과 대기에 의한 복사(95)이고 대기에 흡수되는 에너지가 대기에 의한 흡수(20), 물의 증발(23), 대류와 전도(7), 지표에 의한 복사(102)인거죠.

C는 지표에서 우주로 직접 방출되는 에너지의 양인데, 지표에 흡수되는 모든 에너지량의 합과

지표에서 나가는 모든 에너지량의 합은 같다는 사실을 이용하면 됩니다.

$$49 + 95 = 23 + 7 + 102 + C$$

$$C = 12$$

지표에서 빠져나가는 에너지가 물의 증발(23), 대류와 전도(7), 지표에 의한 복사(102), 지표에서 바로 우주로 빠져나가는 양(C)이고 지표로 들어오는 에너지가 지표에 의한 흡수(A=49), 구름과 대기에 의한 복사(95)입니다.

여기서 끝내긴 아쉬우니까 지구가 우주로 방출하는 에너지의 합과 지구가 흡수하는 태양 복사 에너지의 합도 같은지 확인해볼게요. 이게 진짜 공부이자 자료 분석일 수 있으니까.

지구가 흡수하는 태양 복사 에너지의 양은

$$20 + 49 = 69$$

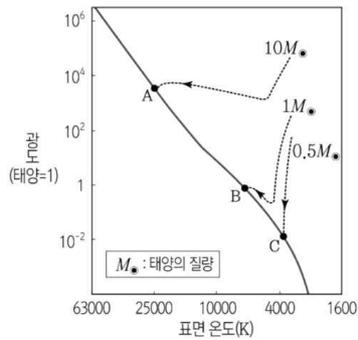
지구가 우주로 방출하는 복사 에너지의 양은

$$12 + 48 + 9 = 69$$

둘 다 69로 같네요? 그러니까 복사 평형이 유지되는 걸 알 수 있습니다.

ㄱ과 ㄴ은 지금까지의 자료 분석으로 풀 수 있었고 ㄷ 선지를 한번 볼게요. 대기에서 방출되는 적외선 영역의 에너지량은 대기에 의한 복사와 구름에 의한 복사이므로 $48 + 9 + 95 = 152$ 이고 대기에 흡수되는 가시광선 영역의 에너지량은 태양 복사에서 대기에 의한 흡수에 해당하는 20만큼이므로 ㄷ 선지는 맞는 얘기네요.

15. 그림은 주계열성 A, B, C가 원시별에서 주계열성이 되기까지의 경로를 H-R도에 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 주계열성이 되는 데 걸리는 시간은 A가 B보다 길다.
 - ㄴ. A의 내부는 복사층이 대류층을 둘러싸고 있는 구조이다.
 - ㄷ. 절대 등급은 C가 가장 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

별의 광도가 커질수록 별의 질량이 커집니다. 광도는 별 A가 가장 크고 별 C가 가장 작기에 질량 역시 별 A가 가장 크고 별 C가 가장 작지요. 일단 경로를 나타냈는데 오른쪽은 아직 주계열성이 되기 전, 성간물질이 뭉쳐서 원시별인 상태이고 이제 H-R도에 그려져 있는 실선이 주계열성 단계입니다. 왼쪽 위로 갈수록 밝고 뜨겁고 무거운 별이고 오른쪽 아래로 갈수록 가볍고 차갑고 가벼운 별이에요. 일반적인 주계열성은 광도가 클수록 온도가 높을수록 광도가 크고 질량이 크고 수명이 짧다는 사실을 아셔야 합니다.

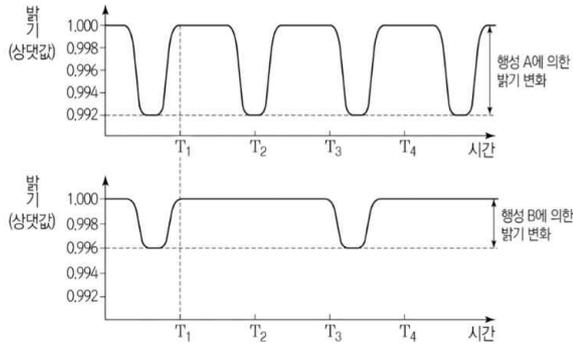
일단 H-R도의 성질을 통해 기본적인 자료분석을 했으니까 이제 선지를 보겠습니다.

주계열성이 되는 데 걸리는 시간은 질량이 작을수록 더 길니다. 질량이 큰 별일수록 진화하는 속도가 빠르다는 사실을 교과서의 별의 진화 부분에서 배웠어요. 그러니 주계열성이 되는 데 걸리는 시간은 B가 A보다 더 길니다.

A는 광도가 태양의 10^4 배니까 질량은 태양의 10배입니다. 그렇기에 별의 내부 구조는 복사층이 대류층을 둘러싸고 있는 형태입니다.(일반적인 교과서에서 복사층이 대류층을 둘러싸고 있는 주계열성의 질량은 태양의 2배 이상으로 두고 있습니다.)

마지막으로 ㄷ 선지에 제시된 절대 등급은 별의 실제 밝기입니다. 우리 눈에 보이는 겉보기 밝기가 아니라요. 절대 등급이 클수록 어두운 별입니다.(1등급이 6등급보다 공부 잘 하는 것처럼 별도 1등급이 6등급보다 더 밝죠) C의 광도가 가장 작기에 절대 등급은 C가 가장 큰 게 맞겠네요.

17. 그림은 광도가 동일한 서로 다른 주계열성을 공전하는 행성 A와 B에 의한 중심별의 밝기 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 시선 방향과 행성의 공전 궤도면은 일치한다.) [3점]

- < 보 기 >
- ㄱ. 공전 주기는 A가 B보다 짧다.
 - ㄴ. 반지름은 A가 B의 2배이다.
 - ㄷ. T_1 시기에는 A, B 모두 지구에 가까워지고 있다.

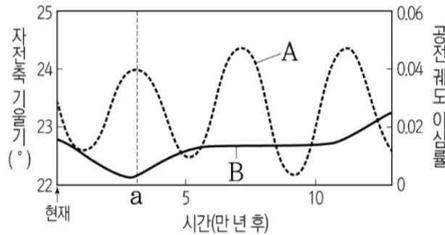
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중심별의 밝기는 행성이 중심별 앞을 가로지르는 순간 어두워집니다. 공전 주기는 밝기 변화가 생기는 순간의 주기랑 같은 거 아시죠? 밝기 변화가 생기는 주기 누가 더 길어요? 행성 B가 행성 A보다 더 길죠? 그러니까 공전 주기는 A가 B보다 짧습니다.

이번에는 선지에서 반지름을 물었는데 행성 A가 중심별을 가렸을 때 줄어든 밝기는 0.008이고, 행성 B가 중심별을 가렸을 때 줄어든 밝기는 0.004입니다. 밝기 감소량은 면적이죠? 가려진 면적은 A가 B의 2배이니까 반지름은 A가 B의 $\sqrt{2}$ 배입니다.

행성 A, B가 공전하는데 행성 A의 공전 주기를 살펴보면 T_1 일 때 별 앞을 모두 지나간 직후이고 T_2 일 때 별을 가리는 면적이 가장 넓습니다. 행성 B의 경우는 T_1 일 때 별 앞을 모두 지나간 직후이고 T_3 일 때 별을 가리는 면적이 가장 넓습니다. 행성이 중심별을 가리는 순간은 지구에서 행성이 가장 가까이 있는 순간이죠. 그러니까 A, B 행성 모두 별 앞을 모두 지나간 직후인 T_1 일 때 지구로부터 멀어지고 있습니다.

19. 그림은 지구 공전 궤도 이심률의 변화와 자전축 기울기의 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 지구 공전 궤도 이심률, 자전축 기울기 외의 요인은 고려하지 않는다.) [3점]

- < 보 기 > —
- ㄱ. 자전축 기울기의 변화는 B이다.
 - ㄴ. 10만 년 후 근일점에 위치할 때 우리나라는 겨울이다.
 - ㄷ. 우리나라에서 기온의 연교차는 현재보다 a 시기에 커진다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

교과서에 있는 정보를 그대로 적어보겠습니다. 지구 자전축의 기울기는 21.5도와 24.5도 사이를 41000년 주기로 변하고 이심률은 10만 년 주기로 변한다고 하네요. 그러니까 주기가 짧은 A가 지구 자전축의 기울기이고 B가 이심률이라는 걸 알 수 있습니다.

우선 지구 자전축의 기울기 변화인 A를 보면 현재 23.5도 기울어진 상태에서 a 시기에 약 24도 정도로 크게 기울어졌다가 5만 년 후에 22.5도 정도로 가장 작게 기울어지고...계속 자전축의 기울기가 주기적으로 변하는 모습입니다. 또한 지구 자전축의 기울기가 클수록 받는 태양 에너지의 편차가 계절별로 커지므로 연교차가 크죠.

두 번째로 이심률 변화를 한번 볼게요. 이심률이 작을수록 원형에 가깝고 이심률이 클수록 더 찌그러진 타원형에 가깝습니다. 지금 지구는 원일점일 때 여름이고 근일점일 때 겨울인데, 이심률이 작으면 원일점과 태양과의 거리는 가까워지고, 근일점과 태양과의 거리가 멀어지며 이심률이 커지면 원일점과 태양과의 거리는 더 멀어지고, 근일점과 태양과의 거리는 더 가까워집니다. 그러니까 이심률이 작을 때 더 더운 여름, 더 추운 겨울이 오게 되니까 이심률이 작을 때 연교차가 큼니다.

자료에서 a 시기를 보니까 지구 자전축 경사도 크고 이심률도 작아서 우리나라에서 기온의 연교차는 현재보다 한참 크겠네요.

나머지 선지 역시 지금까지 한 자료분석으로 모두 해결할 수 있습니다.