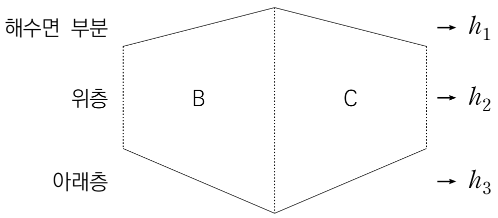
2019학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가

과학탐구 영역(지구 과학Ⅱ)

계산 문제 풀이

11번 ㄷ.



기울기를 비교하려면 가로의 길이와 세로의 길이를 비교하면 되는데, 해수면과 수온약층의 가로 길이는 같으므로 세로 길이만 비교하면 될 것이다.

세로 길이를 비교하는 것은 정역학 평형을 이용하면 된다. $h_1+h_2+h_3$ 깊이의 하부에 가해지는 수압의 크기가 같다는 점을 이용하면 h_1과 h_3를 구할 수 있다.

① B와 C의 경계에서 가해지는 수압

$$P=\rho gh=1024\times g\times(h_1+h_2+h_3)$$

② C와 D의 경계에서 가해지는 수압

$$P=\rho gh=1024\times g\times h_2+1026\times g\times h_3$$

①과 ②가 같다고 하여 식을 세우면 구할 수 있다.

$$1024g(h_1+h_2+h_3)=1024gh_2+1026gh_3$$

$$1024h_1=2h_3$$

$$\therefore h_3=512h_1$$

따라서 수온약층의 세로 길이가 해수면보다 512배가 더 기므로, 기울기도 512배가 된다.

14번 ㄷ.

지균풍은 "기압경도력=전향력"을 이루며 흐르는 바람인데, 문제의 조건에서 (가)와 (나)의 기압경도력이 같으므로(등압선 간격, 기압차, 밀도가 같기 때문에) 전향력도 같다.

전향력 식 $C=2v\omega\sin\phi$에서 위도(ϕ)가 다르므로 속도(v)도 달라지게 된다. 이 속도가 지균풍의 속도다.

(가)의 전향력은

$$C=2v_{(가)}\omega\sin60^\circ=\frac{\sqrt{3}}{2}2v_{(가)}\omega$$

이고, (나)의 전향력은

$$C=2v_{(나)}\omega\sin30^\circ=\frac{1}{2}2v_{(나)}\omega$$

이다. 둘의 크기가 같다고 하면 속도를 비교할 수 있다.

$$\frac{\sqrt{3}}{2}2v_{(가)}\omega=\frac{1}{2}2v_{(나)}\omega$$

$$\therefore\frac{v_{(나)}}{v_{(가)}}=\sqrt{3}$$

16번 ㄴ.

등압력면에 가해지는 압력의 크기가 같다고 놓고 계산하면 된다.

ρ_2와 ρ_3를 비교해야 하므로, ρ_1이 있는 A보다는 B와 C를 선택하여 구하는 것이 간단하다.

① B에서 등압력면에 가해지는 압력

$$P=\rho gh=\rho_2gh_2+\rho_3gh_3$$

② C에서 등압력면에 가해지는 압력

$$P=\rho gh=\rho_2g(h_1+h_2+h_3)$$

①과 ②가 같다고 하여 식을 세우면

$$\rho_2gh_2+\rho_3gh_3=\rho_2g(h_1+h_2+h_3)$$

$$\rho_3h_3=\rho_2(h_1+h_3)$$

$$\therefore\frac{\rho_3}{\rho_2}=\frac{h_1+h_3}{h_3}$$

17번

ㄱ.

후퇴 속도는 도플러 효과 식을 이용하여 구할 수 있다. (별의 시선 속도도 동일함)

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda}=\frac{v}{c}$$

이를 이용하여 후퇴 속도를 구한다.

$$\begin{aligned}v&=\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\times c=\frac{5103-4860}{4860}\times c\\&=\frac{243}{4860}\times c=\frac{1}{20}\times3\times10^5\\&=1.5\times10^4\mathrm{km/s}\end{aligned}$$

ㄴ.

B는 4860에서 5346으로 변한 정도가 4340에서 ㉠으로 변한 정도와 같다고 하여 식을 세우면 구할 수 있다.

$$\frac{v}{c}=\frac{\Delta\lambda}{\lambda}=\frac{5346-4860}{4860}=\frac{㉠-4340}{4340}$$

$$\frac{486}{4860}=\frac{1}{10}=\frac{㉠-4340}{4340}$$

이를 이용하여 계산하면 ㉠은 4774가 된다.

ㄷ.

위의 정보를 이용하면 은하 A는 1.5×10^4km/s의 속도로, 은하 B는 3×10^4km/s의 속도로 멀어지고 있다. 따라서 은하 A는 B에서 관측할 때 1.5×10^4km/s의 속도로 멀어지고 있다는 것을 알 수 있다. 이 사실을 이용하여 파장을 구한다.

$$\frac{v}{c}=\frac{1.5\times10^4}{3\times10^5}=\frac{1}{20}=\frac{\Delta\lambda}{4340}$$

$$\Delta\lambda=217$$

따라서 변한 파장은 4340+217=4557 이다.

18번

ㄱ.

별의 밝기는 슈테판-볼츠만 법칙으로 나타낼 수 있다.

$$L=4\pi R^2\sigma T^4$$

별 A와 B의 광도가 같고, A의 반지름이 B보다 4배 크다는 것을 이용하여 온도를 비교한다.

$$L=4\pi R_B^2\sigma T_B^4=4\pi\left(\frac{1}{4}R_A\right)^2\sigma(2T_A)^4$$

따라서 T_B는 T_A의 2배다.

ㄴ.

주극소는 밝기가 가장 크게 감소할 때, 부극소는 덜 감소할 때이다. 문제에서 C와 D의 광도가 같다는 점을 이용하면

- 주극소 : C가 D를 완전히 가릴 때
- 부극소 : D가 C를 완전히 가릴 때

가 된다. 이는 D가 완전히 가려지면 전체 밝기(C의 밝기+D의 밝기)에서 천체 하나가 사라져 밝기가 절반으로 감소하기 때문이다. C가 가려질 때는 C가 D보다 크므로 절반보다는 덜 감소하게 된다.

C와 D의 밝기를 L이라고 하면, 위의 상황을 다음과 같이 바꿀 수 있다.

- 주극소 : C의 밝기만 관측됨 ⇒ L
- 부극소 : D가 C를 완전히 가림
  → (C와 D의 밝기 합)-(D가 가린 영역만큼의 C의 밝기)
  ⇒ $2L-$(D가 가린 영역만큼의 C의 밝기)

여기서 D가 가린 영역만큼의 C의 밝기는 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$L_{DC}=4\pi R_D^2\sigma T_C^4$$

보기 ㄱ과 같은 방식을 이용하면 R_D는 R_C의 절반이므로

$$L_{DC}=4\pi\left(\frac{1}{2}R_C\right)^2\sigma T_C^4=\frac{1}{4}\times4\pi R_C^2\sigma T_C^4$$

와 같이 표기할 수 있다. 즉, C의 밝기의 $\frac{1}{4}$이 된다.

따라서 부극소의 밝기는

$$2L-\frac{1}{4}L=\frac{7}{4}L$$

이 되므로, 결론적으로 둘의 밝기 비는 다음과 같다.

$$\therefore\frac{\text{주극소의 밝기}}{\text{부극소의 밝기}}=\frac{L}{\frac{7}{4}L}=\frac{4}{7}$$