

# 지구과학 1 실전개념

**Made by Daigin**

# 1단원-고체지구

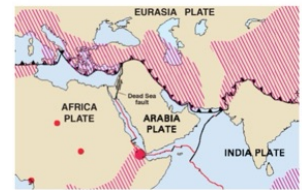
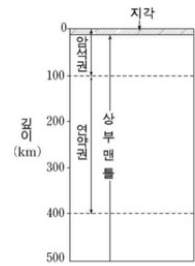
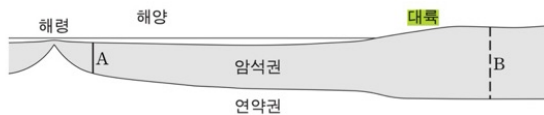
## 판 구조론의 실전적 개념

판의 정의 바로잡기, 해령과 섭입대의 특징, 평면 고지자기, 판의 이동

● 암석권과 판 : 암석권은 지각과 상부 맨틀의 일부를 포함하는 두께 약 100km의 암석으로 이루어진 층이다. 암석권은 여러 조각으로 나뉘어져 있다. 각각의 암석권 조각을 판이라고 한다. 판은 조성 특징에 따라 대륙판과 해양판으로 구분된다. 판이 애초에 상부'맨틀'을 포함한다는 것에 주의하자.

● 대륙판과 해양판: 대륙판은 지각의 대부분이 대륙 지각인 판이고, 해양판은 지각의 대부분이 해양 지각인 판이다. 대륙판은 해양판에 비해 평균 두께가 두껍고 평균 밀도가 작다. 중요한 것은, '대부분'이라는 키워드다. 해양판이라 해서 대륙 지각이 아예 없다는 게 아니라는 것이다. 또, 대륙판이라 해도 반드시 육지의 하부라는 것도 아니다. 실제로 오른쪽 중동 지역의 판을 보면 대륙판 위에 바다가 있기도 하고, 해양판 위에 대륙의 일부가 걸쳐있기도 하다. 하나하나 외울 필요가 전혀 없고 자료 해석을 잘 하자는 것이다.

대륙판은 해양판보다 두께가 두껍고 밀도가 작다.



## 해령

● 해령의 중심에서부터 멀수록, 그 판 위의 지역은 다음 3가지가 모두 증가한다.

- ① 퇴적물의 두께
- ② 판 자체의 연령 및 연직 최하층 퇴적물의 연령
- ③ 판 자체의 두께와 밀도

● 해령 양쪽의 판 이동속도가 다를 경우, 퇴적 속도가 일정하다는 조건이 붙으면 수심은 연령이 같은 두 위치에서 같다.

● 마찬가지로 퇴적속도가 일정하단 조건이 주어질 때, 해령 부근 퇴적물의 두께는 밑바닥 판의 연령에 비례한다.

또한 표면 퇴적물은 해령으로부터의 거리에 상관없이 연령이 거의 일정하다

● 판 이동방향이 같더라도 위아래가 나란하게 선으로 나뉘어있고, 해령 확장속도가 다를 시에는 단열대가 아니라 보존형 경계(즉 변환단층)이다.

● 한쪽 판이 반대쪽 판보다 확장속도가 빠르다면, 특정 자각기 시기 구간(정,역)의 구간 넓이 역시 갑자기 반대쪽 판보다 작은 특이구간 없이 계속 반대쪽판보다 넓어진다.

● 고지자기 줄무늬가 대칭인 것과 판의 대칭적 이동 여부는 필연적 관계가 없다.

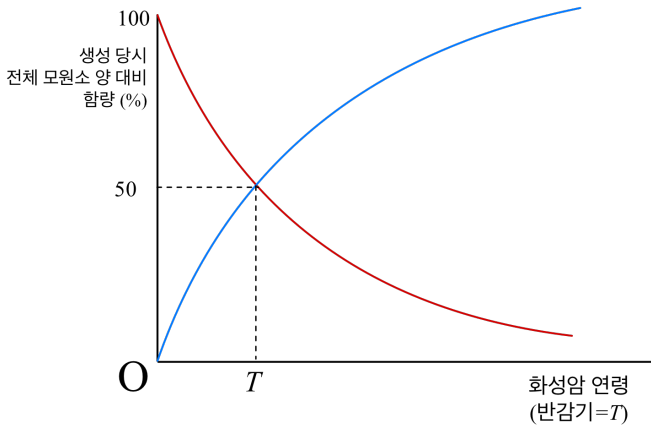
해령 자체가 이동하더라도, 해령에서 양쪽 신규 판의 확장 속도가 다르다면 고지자기 줄무늬는 대칭일수 있다

만약  $\frac{1}{5}$  감기가 1억년인 방사성 모원소 X의 생성 이후 2억년 시점의 자원소 양이  $50a$ ,

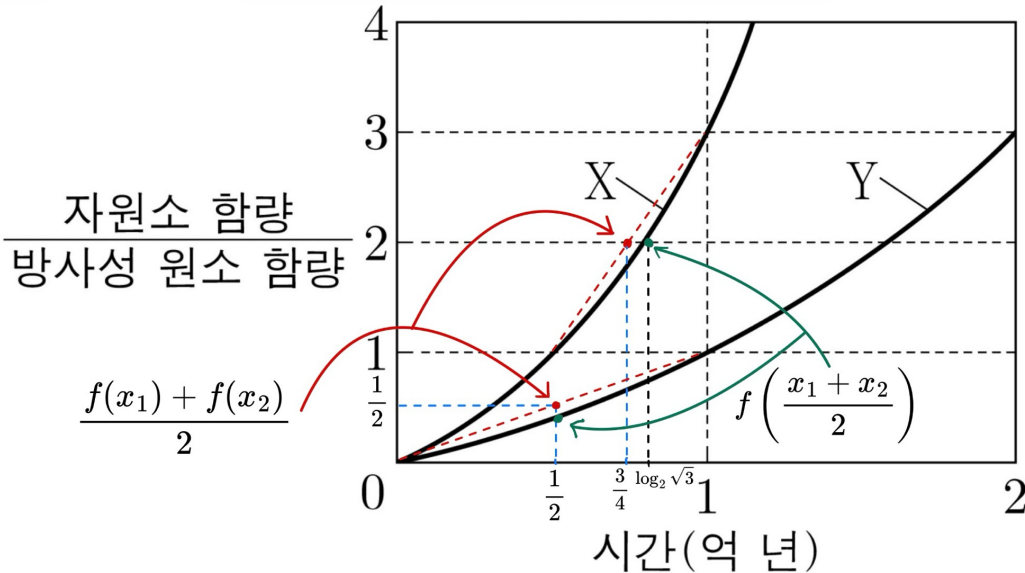
생성 3억년 이후 시점의 자원소 양이  $55a$  이라면,  $50a + \frac{4}{5}x_0 = 55a$ ,  $x_0 = \frac{25}{4}$  이다.

따라서 생성 4억년 이후 자원소 양은  $55a + (1 - \frac{1}{5}) \cdot \frac{1}{5}x_0 = 55a + \frac{4}{25}x_0 = 56a$  이다.

그리고 계차수열이 공비가  $\frac{1}{5}$  인 등비수열이므로 생성 2억년 후의 자원소 양은  $50 - 25a = 25a$  임까지 알수있다.



2 특히, 하나의 모원소와 그 자원소의 그래프는 무조건 밑이 1보다 작은 지수함수이며, 선대칭성에 의해 어느 t값이든 간에 각 t값에서의 모원소 값과 자원소 값의 합은 초기 모원소의 양 상수(보통 100)으로 일정하다. 이때 모원소 그래프는 아래로 볼록하며 감소수렴하고, 자원소 그래프는 위로 볼록하며 증가수렴한다. 중요한 것은 지수함수는 극값이 없으므로, 아볼감소와 위볼증가는 t축에 따라 변화량이 줄어든다는 것이다. 따라서 방사성원소는 화성암 생성이후 시간이 지남에 따라 모원소와 자원소 모두 실제 변화량이 줄어든다. (다만 각각의 실제 변화량의 비는 항상 1/1로 고정이다. 즉, 퍼센트는 다를 수 있어도, 실제 수치적 변화량은 같다는 것)



$$f\left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right) < \frac{f(x_1) + f(x_2)}{2}$$

모원소 및 위의 활용그래프와 같이, 아래로 볼록한(오목함수)는 그 성질에 의해 곡선의 할선과 관련된 함숫값 대소관계의 수학적 성질을 활용할 수 있다.

이를 모르면 사실상 풀 수 없는 문제가 26수능에 위와 같은 자료로 주어지며 출제된 바가 있다. (2026 대수능 20번)

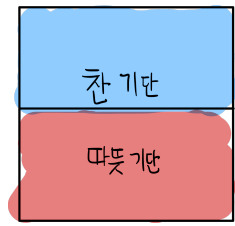
# 지질시대

고생대 표준화석은 전부 해성충임

시간 (year ago)	누대	대	기	표준 화석	생물 출현 및 번성					
0.66억	현생 누대	신생대 (빙하기 있음)	제 4기	매머드, 인간	최초의 인류 출현	k-pg 대멸종				
			네오기	화폐석	포유류, 속씨식물 번성					
			팔레오기							
2.55억		중생대 (빙하기 없음)	백악기	암모나이트 & 공룡	시조새		최초의 속씨식물 출현			
			쥐라기				파충류 및 겉씨식물 번성			
			트라이아스기				최초의 포유류 출현			
		5.4억	고생대 (빙하기 3번)	페름기	삼엽충 갑주어		필석	최초의 겉씨식물 출현	페름기 대멸종	
				석탄기				방추충		최초의 파충류 출현 양서류 및 양치식물 번성
				데본기				최초의 양서류 출현 어류 번성		
실루리아기	갑주어			최초의 육상 식물 출현						
오르도비스기	최초의 어류 출현 필석 번성									
캠브리아기	최초의 삼엽충 출현									
25억	원생 누대			에디아카라 동물군 서식		최초의 다세포생물 출현				
40억	시생 누대			시아노박테리아/남세균(개체) 스트로마톨라이트(화석)		최초의 단세포생물 및 해조류 출현				

\*학계 최신 연구자료에 따르면 코노돈트를 비롯한 원시 어류들이 캄브리아기 중후기에 출현했으며 암모나이트 일부 개체가 신생대 극초기까지 생존한 화석이 있다는 것 등의 사실이 밝혀졌으나 2015 개정 지구과학은 이를 전혀 반영할 여지가 없었으므로 일단은 교육과정 대로 정리하였습니다. 이에 대해 더 알고싶다면 일단 대학에 들어가고 나서 조사해봅시다.

1. 중생대는 빙하기 없이 온난했으며, 신생대 들어 빙하기가 잦아 평균기온이 대체로 낮다.
2. 시생누대가 40~25 이고 원생누대가 25~5.4 임. 즉 원생누대가 시생누대보다 더 길고 그 기간은 20억년 조금 안됨 (19.6억년)
3. 필석은 해양생물이며 고생대 초기부터 말까지 길게 살았음  
방추충 역시 해양생물이지만 석탄기부터 잠깐 살다가 멸종함



전선 '앞'과 '뒤'를 잘 구분하기 (우리를 바라보는 쪽이 앞이 아님)

### 온대 저기압 핵심개념

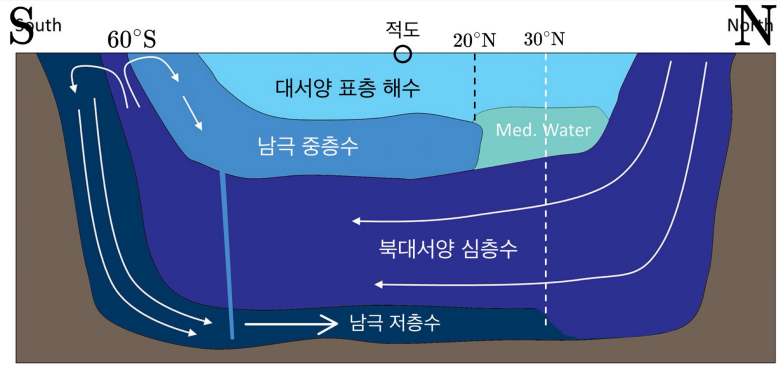
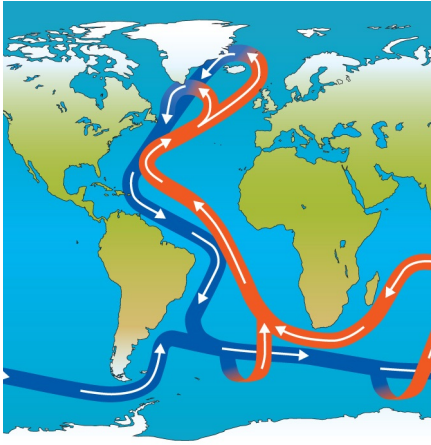
- 1) 특정 시점의 고정된 한 지점에서의 기압 비교와, 시간에 따른 그 지점의 기압 변화를 구분할 것.  
만약 온난 전선 앞부분에 관측소가 위치할 때, 해당 관측소는 차가운 공기로 인해 기압이 높으나, 온대 저기압 세력이 이동하여 관측소가 온난 전선의 뒤쪽에 위치하게 되는 그 과정동안은 관측소 측정 기압이 감소함.  
마찬가지로 그 시점은 따뜻한 공기로 인해 기압이 낮지만 한랭 전선이 다가와서 한랭 전선의 뒤쪽인 차가운 공기가 진입하면 그 과정동안은 기압이 상승하게 됨.
- 2) 온대 저기압의 저기압 중심은 전선의 영향을 받지 않는다는 이유로 맑을거라고 착각하기 쉽지만, 거기서도 엄연한 저기압 상태이므로 상승 기류가 강하고 흐리고 비오는 날씨임
- 3) 일반적으로 폐색 전선이 약간 형성된 시점에서 온대저기압 세력이 최대치임.
- 4) 관측소의 위치에 따른 풍향 변화  
북반구에서 저기압 중심을 기준으로, 남쪽에서는 남동->남서->북서 (시계) / 북쪽에서는 북동->북->북서 (반시계)  
남반구에서 저기압 중심을 기준으로, 북쪽에서는 북동->북서->남서 (반시계) / 남쪽에서는 남동->남->남서 (시계)
- 5) 구름들은 전선면의 위쪽에 최다 분포하며, 전선과 약간 떨어진 지점의 찬 공기 상공의 전선면에서 가장 많음
- 6) 폐색 전선은 (지1 범위에선) 무조건 시간 정방향 흐름대로 발달한다. 시간 선후관계 판단할때 참고하라.

6. '관측소'가 저기압 중심의 남/북쪽을 지나는지  
'저기압 중심'이 관측소의 남/북쪽을 지나는지  
자주 나오는 말장난이므로 주어 목적어 구별에 각별 주의

온대저기압과 태풍의 풍향변화 그래프에서, 화살표 막 그리지 말고 그냥 '4'자 적고 시간에 따른 풍향을 방위표에 표시한 뒤 시간순으로 회전시키면 시계인지 반시계인지 나옴

온대저기압 폐색 전선에도 구름 많이 생기고 비 많이옴에 주의하라.

# 심층 해수 순환



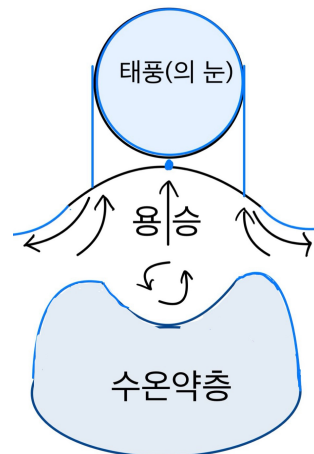
2. 막 침강하는 해수 수괴는 나이가 어리고, 용존 산소가 많다  
용승하는 해수 수괴는 나이가 많고, 용존 산소가 적다
3. 남극 저층수와 북대서양 심층수 밀도차는 수온 차이에 의한 영향이 큼
4. 빙하가 용해되면 염분도가 낮아져 심층순환이 약해짐
5. 연안 밀도가 크면 용승이, 연안 밀도가 낮으면 (멀리 떨어질수록 크면) 침강이 일어난 것  
또한 용승시 연안에 가까울수록 해수면이 낮아지고, 침강시 연안에 가까울수록 해수면이 높아짐
6. 연안의 에크만 수송은 바람으로 인해 해수가 해안에 몰리는지(침강),  
해안에서 멀어지는지(용승)로 판단

+ 용승 발생시 해안에서 멀어질수록 수온 증가, 침강 발생시 해안에 가까워질수록 수온 증가  
침강 시 표층해수 수온/염분/밀도 는 대륙(연안)으로부터 거리에 따라 큰 변화가 없고  
혼합층 두께 두꺼워져 대륙으로 갈수록 수온약층 시작깊이 깊어짐

용승 시 표층해수 수온/염분/밀도 는 대륙(연안)에 가까워질시 큰 폭으로 변화  
혼합층 두께 얇아져 대륙으로 갈수록 수온약층 시작깊이 얇아짐

## 7. 용승의 종류

- 1) 연안 용승: 에크만 수송에 의해 대륙 해안에서 해수가 도망가면 연안의 해수가 부족해 발생  
연안 수온은 낮아지고 영양염류 생성, 안개 발생 가능
- 2) 적도 용승: 무역풍이 적도 저압대에서 수렴하면 에크만 수송에 의해  
표층해수는 바람 진행방향의 90도로 꺾여 흐르므로, 발산하여 용승함.  
수온약층 시작깊이는 얇아짐.
- 3) 저기압성 용승: 북반구와 남반구 모두, 저기압 중심에서 바람이 수렴할 때  
표층 해수는 에크만 수송 발산하여 용승하고,  
수온약층 시작 깊이가 얇아짐
- 4) 태풍 용승: 태풍의 눈 부근은 매우 저압이므로  
위에서 누르는 힘이 약해져 용승 발생  
\* 이때 태풍에 의해 해수가 차갑게 혼합되어,  
태풍 용승시에는 수온 약층 시작깊이 깊어짐



# 엘니뇨와 라니냐

1. 엘니뇨 라니냐 문제에서 수온과 기압은 무조건 반비례

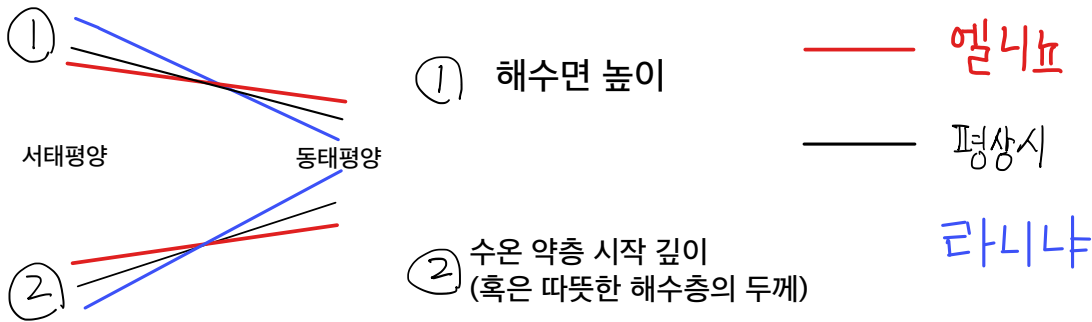
2. 엘니뇨 때에는 서태평양과 동태평양 사이에 상승기류 및 강수구역이 추가되며, 동태평양 상승기류 및 강수구역 강해짐

3. 엘니뇨,라니냐 상관없이 평년도 대비 표층 수온 편차의 폭은 항상 동태평양이 서태평양보다 크다. (용승 때문)

또한 서태평양 수온이 항상 동태평양보다 크며, 수온 약층 시작깊이도 서태평양이 더 깊다.

4. 수온약층 시작 깊이와 따뜻한 해수 두께, 해수면 높이는 모두 >자 모양을 기준으로 비교

- 1) 평년도 기준으로 엘니뇨 때는 오히려지고, 라니냐 때는 더 벌림.
- 2) 수온 약층 시작깊이의 얇/깊은 서태평양과 동태평양에서 서로 반대임
- 3) 수온 약층 시작깊이가 깊어질수록 따뜻한 해수 두께도 비례해서 두꺼워짐



5. 엘니뇨 시기에 적도 반류의 유속이 커짐 (이유는 알필요없음)

또한 유속 자료에서 적도 부근 양쪽이 평년보다 느린데 지혼자 빠른놈이 있다면

그것을 바로 엘니뇨 시기의 적도반류라고 추론할 수 있고, 해당 반구가 북반구라는것도 알수 있음.

6. ENSO 지수 높으면 라니냐임

엘니뇨 및 라니냐 - 시기별 각 태평양에서의 구름 두께로 인한 복사에너지 편차 (평년과 대비)

	엘니뇨	엘니뇨	라니냐	라니냐
	서태평양	동태평양	서태평양	동태평양
적외영상의 밝기 및 구름 자체의 적외선 방출 복사에너지	밝기 감소 에너지 증가	밝기 증가 에너지 감소	밝기 증가 에너지 감소	밝기 감소 에너지 증가
표층 해수면 도달하는 태양복사에너지	증가 +	감소 -	감소 -	증가 +
구름이 반사하는 태양 복사 에너지	감소 -	증가 +	증가 +	감소 -

## 별 등급차와 광도 간의 연산규칙 알고리즘

등급 2.5등급 차이는 로그스케일에 의해 광도/밝기 10배차이다.

따라서 2.5를 기준으로 1등급차는 2.5배차 곱/분, 1.5등급차는 4배차 곱/분 이라는 연산규칙을 통해 0이나 .5로 끝나는 모든 등급차에 광도/밝기차를 쉽게 연산할 수 있다.

등급차에 따른 밝기/광도 차이

등급차	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
밝기/광도차	(약) 2.5	4	$6.25 / \frac{5^2}{2^2}$	10	16	25	40	$62.5 / \frac{5^4}{2^4}$	100
연산방법	교과서 근사	$\frac{10}{2.5} = 4$		5등급차의 $\frac{1}{2}$ 로그스케일 $100^{\frac{1}{2}} = 10$	$1.5 + 1.5$ (등급) $= 4 \times 4 = 16$	$2.5 + 1$ (등급) $= 10 \times 2.5 = 25$	$1.5 + 2.5$ (등급) $= 4 \times 10 = 40$		

광도비/밝기비가 더럽게 주어진 경우 등급차는 어떻게 계산해야 할까?

만약 p별의 광/밝 상댓값을 1, q별의 광/밝 상댓값을  $\frac{b}{a}$  라고 하자.

그러면, p별과 q별의 등급차는 다음과 같이 계산해볼 수 있다.

이때, 그냥 걸보기 밝기비는 걸보기 등급차, 거리를 같게 맞춘 밝기비 혹은 광도비는 절대등급차다.

$$\frac{b}{a} \Rightarrow +A - B \quad \text{즉, 분모에 해당하는 등급차(절댓값)을 } +A \text{ 으로}$$

$$\text{분자에 해당하는 등급차(절댓값)을 } -B \text{ 로 놓으면}$$

$$q\text{별의 등급은 } \{ (p\text{별 등급}) + A - B \} \text{ 등급이 된다.}$$

A = 밝기 a배에 해당하는 등급차(절댓값)

B = 밝기 b배에 해당하는 등급차(절댓값)

만약 p별의 걸보기 밝기 상댓값이 1, q별의 걸보기 밝기 상댓값이  $\frac{10}{2^4}$  이라고 하자,  
그러면 p, q 별의 걸보기 등급차는

$$\frac{10}{2^4} \propto (+3 - 2.5) = +0.5$$

즉, p별의 걸보기 등급이 -4.2였다면 q별은 -3.7등급이 된다.

소수나 고정된 하나의 수에 매몰되면 안됨. 1등급 차는 광도 약 2.5배 차이로 보통 알려져있는데,

계산시엔 불편한 소수 쓸 일 거의 없음. 따라서 한등급차는 광도 2.5배가 아닌  $\frac{5}{2}$  배로 해석해야되고

이렇게 분수로 해석하면 절/걸 4등급차는  $\frac{5^4}{2^4}$  배가 되므로 슈테판 볼츠만법칙과 연계하여  
표면온도 네제곱 곱연산을 약분계산 할 때 깔끔하게 처리할 수 있다.

단, 예외적으로 5등급차는 저 방식이 아닌  $100 = 2^{25} 5^2$  으로 처리한다. (10등급차는  $2^4 5^4$ )

또한 7등급차는 광도  $5^4$ 배 차이이다. 증명은  $2^{25} 5^2 \times \frac{5^2}{2^2} = 5^4$

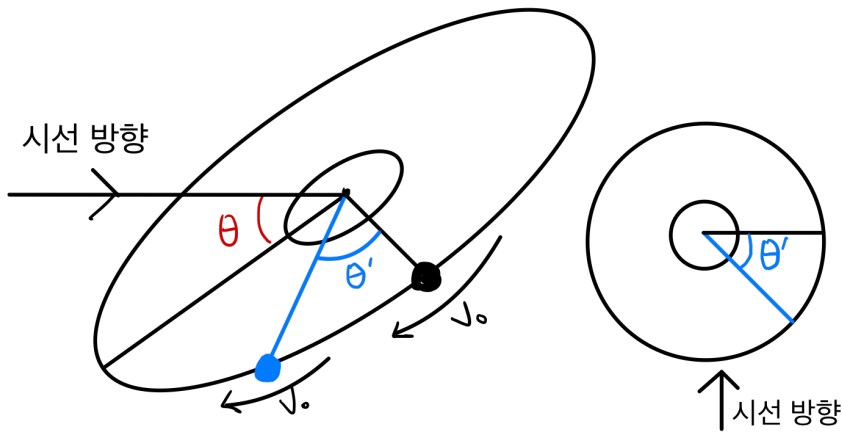
2) 표면온도가 5800K (혹은 드물게 6000K)보다 높은 ‘주계열성’은 무조건 태양보다 절대등급이 작다  
당연한거 아니냐 생각하겠지만 태양보다 뜨거운 주계열성의 걸보기등급이 4.8보다 크게 나오면  
무조건 10pc보다 멀리 있다는 것으로 해석할 수 있다.

반지름이 따로 안 주어진 경우엔

동일 분광형에서의 “주계열성 절대등급-(초/)거성 절대등급 값” 즉 절대등급차 값은 H-R도에 의해  
표면온도가 높을수록 (분광형이 O에 가까울수록) 작다



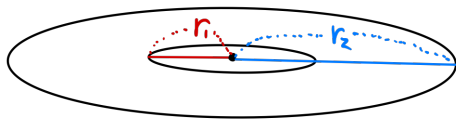
6. 만약 공전궤도면이 누워있는 경우에도 외계행성 공통질량중심과 지구는 일직선상에 위치한다.  
 이때의 시선속도는 공전궤도면이 나란했을때의 속도값에서, 누운 각도의 코사인값만큼 한번 더 곱해주면 된다.



시선 속도  $v_1 = v_0 \cos \theta$   
 $v_2 = v_0 \cos \theta \cos \theta'$

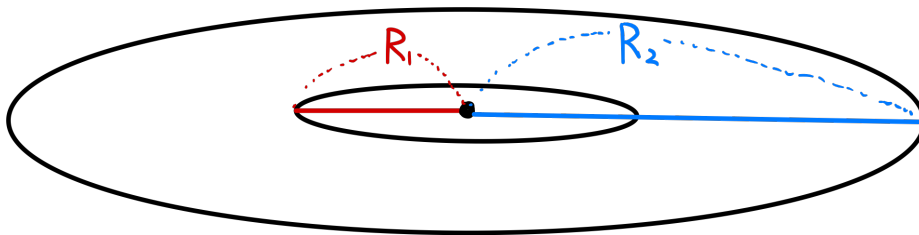
7. 서로 다른 외계행성계에서, 두 중심별 질량이 같고 외계행성 질량도 같으면  
 행성과 중심별의 거리가 커질수록  
 별의 공전 궤도 (공통 질량 중심으로부터 거리) 역시 같은 비로 비례해서 커진다.  
 공통질량 중심에서 중심별까지의 거리를  $r$ , 행성까지 거리를  $R$ 이라고 하면  
 모든 질량이 일정할 때  $r:R$  역시 일정하다.

(단, 두 행성계의 중심별 질량과 행성 질량이 각각 서로 일치하는 상황)



$$r_1 : r_2 = R_1 : R_2$$

$$R_1 = 2r_1, R_2 = 2r_2$$



8. 도플러 효과 편이 최대량(극값의 절댓값), 즉 시선속도 최대 변화량 증가요인  
 1) 행성의 질량이 클수록 -> 중심별의 궤도 반지름은 커지고 공전주기는 일정  
 2) 행성의 궤도 반지름이 짧을수록->중심별 공전 속도가 빨라져 주기가 짧아짐

우주 구성 요소의 물리량 변화 (정방향 시간)

	총량	구성 비율	밀도
보통 물질	일정	우주 초기엔 암흑물질 다음으로 큼 현재 및 미래에는 감소하면서 제일 작음	대소관계 및 변화양상은 비율과 동일
암흑 물질	일정	우주 초기엔 가장 큼 현재 및 미래에는 감소하면서 두 번째로 큼	대소관계 및 변화양상은 비율과 동일
암흑 에너지	증가 (우주 부피와 비례)	대소관계 동일 비율 자체가 증가함	우주 초기엔 제일 작음 현재 및 미래에는 가장 큼 지는 밀도 일정한데 나머지 두놈의 밀도가 작아지기 때문에 상대적으로 가장 커지는것

4. 모든 시기에서 암흑물질:보통물질 밀도비 or 구성비율비는 약 5~6:1 정도의 비다