

# 수능특강

과학탐구영역 | 지구과학II

I 고체 지구

01	지구의 형성과 역장	6
02	광물	30
03	지구의 자원	42
04	한반도의 지질	58

II 대기와 해양

05	해수의 운동과 순환	80
06	대기 안정도	110
07	대기의 운동과 대기 대순환	120

III 우주

08	행성의 운동(1)	142
09	행성의 운동(2)	162
10	우리은하와 우주의 구조	178



학생 EBS 교재 문제 검색

EBS 단추에서 문항코드나 사진으로 문제를 검색하면 푸러봇이 해설 영상을 제공합니다.

**[23030-0001]** 23030-0001

1. 아래 그래프를 이해한 내용으로 가장 적절한 것은?

1. 아래 그래프를 이해한 내용으로 가장 적절한 것은?

1. 2. 3.

※ EBS 사이트 및 모바일에서 이용이 가능합니다.  
 ※ 사진 검색은 EBSi 고교강의 앱에서만 이용하실 수 있습니다.



교사 교사지원센터 교재 자료실

교재 문항 한글 문서(HWP)와 교재의 이미지 파일을 무료로 제공합니다.

**교재 자료실**

- 한글다운로드
- 교재이미지 활용
- 강의활용자료

※ 교사지원센터(<http://teacher.ebsi.co.kr>) 접속 후 '교사인증'을 통해 이용 가능

## 교육과정의 핵심 개념 학습과 문제 해결 능력 신장

[EBS 수능특강]은 고등학교 교육과정과 교과서를 분석·종합하여 개발한 교재입니다.

본 교재를 활용하여 대학수학능력시험이 요구하는 교육과정의 핵심 개념과 다양한 난이도의 수능형 문항을 학습함으로써 문제 해결 능력을 기를 수 있습니다. EBS가 심혈을 기울여 개발한 [EBS 수능특강]을 통해 다양한 출제 유형을 연습함으로써, 대학수학능력시험 준비에 도움이 되기를 바랍니다.



### 총실한 개념 설명과 보충 자료 제공

#### 1. 핵심 개념 정리

- 주요 개념을 요약·정리하고 탐구 상황에 적용하였으며, 보다 깊이 있는 이해를 돕기 위해 보충 설명과 관련 자료를 풍부하게 제공하였습니다.

##### 탐구자료 살펴보기

주요 개념의 이해를 돕고 적용 능력을 기를 수 있도록 시험 문제에 자주 등장하는 탐구 상황을 소개하였습니다.



##### 과학 돋보기

개념의 통합적인 이해를 돕는 보충 설명 자료나 배경 지식, 과학사, 자료 해석 방법 등을 제시하였습니다.

#### 2. 개념 체크 및 날개 평가

- 본문에 소개된 주요 개념을 요약·정리하고 간단한 퀴즈를 제시하여 학습한 내용을 갈무리하고 점검할 수 있도록 구성하였습니다.



### 단계별 평가를 통한 실력 향상

[EBS 수능특강]은 문제를 수능 시험과 유사하게 **2점 수능 테스트**와 **3점 수능 테스트**로 구분하여 제시하였습니다.

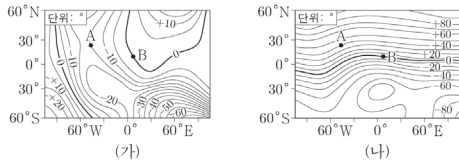
2점 수능 테스트는 필수적인 개념을 간략한 문제 상황으로 다루고 있으며, 3점 수능 테스트는 다양한 개념을 복잡한 문제 상황이나 탐구 활동에 적용하였습니다.

# I

## 고체 지구

### 2023학년도 대학수학능력시험 18번

18. 그림 (가)와 (나)는 어느 해 편각과 복각의 분포를 순서 없이 나타낸 것이다.



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

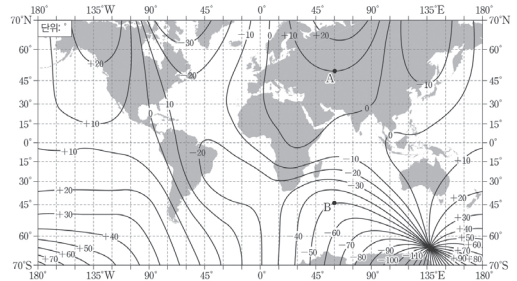
<보 기>

- ㄱ. 복각 분포는 (가)이다.
- ㄴ. 나침반 자침의 N극이 가리키는 방향과 진북 방향이 이루는 각의 크기는 A 지점이 B 지점보다 크다.
- ㄷ. 수평 자기력 <u>은</u> B 지점이 A 지점보다 크다.

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

### 2023학년도 EBS 수능특강 26쪽 14번

14 [22030-0034] 그림은 어느 해 전 세계의 편각 분포를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. A에서는 자침이 진북에 대해 동쪽으로 치우친다.
- ㄴ. 남북 방향의 편각 변화는 A 부근에서가 B 부근에서보다 크다.
- ㄷ. A에서 B를 향해 최단 거리로 이동하는 동안 자침은 시계 방향으로 회전한다.

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

### 연계 분석

수능 18번 문제는 수능특강 26쪽 14번 문제와 연계하여 출제되었다. 두 문제 모두 서로 다른 두 지점에서의 편각 분포의 특징을 묻는다는 점에서 매우 높은 유사성을 보인다. 한편, 수능 문제에서는 편각과 복각의 분포 자료를 제시하고 개념과 특징에 대해 묻고 있고, 수능특강 14번 문제에서는 편각 분포 자료만 제시하고 개념과 특징에 대해 묻고 있다는 점에서 차이가 있다.

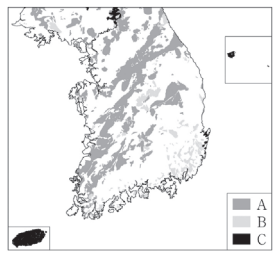
### 학습 대책

지구 자기장의 형성, 지구 자기 3요소, 지구 자기장의 변화, 자기권과 밴앨런대는 지구 자기장과 관련된 문제로 출제될 수 있다. 이 중 지구 자기 3요소와 관련된 문제가 자주 출제되므로 지구 자기 3요소인 편각, 복각, 수평 자기력에 대한 개념 이해가 매우 중요하다. 수능특강, 수능완성 등 EBS 연계 교재에서 지구 자기장의 자료 해석과 관련된 문제를 학습할 때는 지식 위주의 학습보다는 관련 개념에 대한 정확한 이해를 바탕으로 전 세계의 편각 분포와 복각 분포 자료를 분석할 수 있도록 학습하는 것이 매우 중요하다.



2023학년도 대학수학능력시험 5번

5. 그림은 생성 시기가 서로 다른 화성암 A, B, C의 분포를 나타낸 것이다.  
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

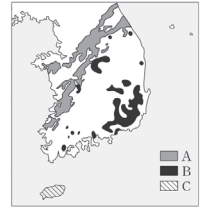


- <보 기>
- ㄱ. A를 생성한 조산 운동으로 조선 누층군이 변형되었다.
  - ㄴ. C는 A보다 나중에 생성되었다.
  - ㄷ. A와 B는 주로 화강암류이다.

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

2023학년도 EBS 수능완성 38쪽 06번

06 ▶ 22073-0069  
그림은 생성 시기가 서로 다른 화성암 A, B, C의 분포를 나타낸 것이다.



- 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
- ㄱ. A는 용암이 대규모로 지표로 분출하여 생성되었다.  
ㄴ. B의 관입 당시 한반도에서는 가장 격렬한 지각 변동이 일어났다.  
ㄷ. 암석을 이루는 입자의 평균 크기는 A가 C보다 크다.

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

연계 분석

수능 5번 문제는 수능완성 38쪽 6번 문제와 연계하여 출제되었다. 두 문제 모두 생성 시기가 서로 다른 화성암의 분포를 자료로 제시하고 이를 해석하는 능력을 묻는다는 점에서 매우 높은 유사성을 보인다. 한편, 수능 문제에서는 우리나라의 지질 계통 선후 관계와 대보 화강암과 불국사 화강암의 특징을 알고 있는지를 묻고 있고, 수능완성 문제에서는 대보 화강암과 신생대 제4기에 형성된 현무암의 특징을 알고 있는지를 묻고 있다는 점에서 차이가 있다.

학습 대책

우리나라의 지체 구조와 관련된 문제에서 제시되는 자료는 수능특강이나 수능완성에 제시된 자료가 그대로 출제되는 경우가 많다. 지체 구조를 구성하는 육괴, 퇴적 분지, 습곡대의 위치를 정확하게 파악하고 있어야 하며, 시기별로 일어났던 지각 변동의 특징을 학습해야 한다. 또한 우리나라의 지체 구조와 함께 한반도의 변성 작용을 연계하여 학습하는 것이 중요하므로, 접촉 변성 작용과 광역 변성 작용에 따른 각각의 변성암 조직 특징을 우리나라의 지질 계통 순서와 지각 변동의 특징과 연결시켜 학습해야 한다. 우리나라의 지체 구조와 관련된 다양한 문제를 반복적으로 학습하는 것이 매우 중요하다.

## 개념 체크

● **성운설**: 거대하고 밀도가 높은 성운이 회전하면서 수축한 결과, 태양 및 태양계를 구성하는 천체들이 만들어졌다는 설

- 태양계 성운의 중심으로 물질들이 모이면서 회전 속도가 점점 ( )져서 납작한 원반 모양을 이루었다.
- 원시 태양은 계속된 중력 수축으로 온도와 압력이 ( )졌고 핵융합 반응을 할 수 있는 온도에 도달하였다.
- 미행성체들은 원시 태양 둘레를 공전하며 서로 충돌하고 뭉치면서 ( )을 형성하였다.

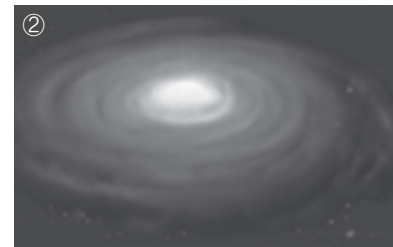
## 1 지구의 탄생과 진화

## (1) 태양계의 형성

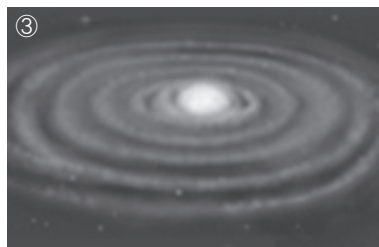
- 성운의 형성**: 우주는 약 138억 년 전의 빅뱅으로 탄생하였다. 빅뱅으로부터 수소와 헬륨이 만들어지고, 이보다 무거운 원소는 별 내부의 핵융합과 초신성의 폭발 과정에서 만들어졌다. 이들 원소가 모인 성운이 현재 태양계 영역보다 더 큰 영역에 퍼져 있었다.
- 태양계 성운의 수축과 회전**
  - 약 50억 년 전 태양계 성운 근처에서 초신성 폭발이 일어나 안정적이던 성운에 충격파가 전달되어 밀도 차이가 생겼다.
  - 밀도가 높은 부분이 자체 중력으로 수축하면서 회전하기 시작하였고, 물질들이 중심으로 모이면서 회전 속도가 점점 빨라져 납작한 원반 모양을 이루었다.
- 원시 태양의 형성**
  - 성운의 중심부는 기체와 티끌을 끌어들이면서 밀도가 큰 핵이 성장하여 원시 태양이 되었다.
  - 원시 태양은 계속된 중력 수축으로 온도와 압력이 높아졌고 핵융합 반응을 할 수 있는 온도에 도달하였다.
- 원시 행성의 형성**
  - 회전 원반 내에서는 성운이 식으며 수많은 미행성체가 생겨났다. 미행성체들은 원시 태양 둘레를 공전하며 서로 충돌하고 뭉치면서 원시 행성을 형성하였다.
  - 원시 태양 부근에서는 온도가 매우 높아 응결 온도가 높은 물질들이 응축하여 규소, 철, 니켈 등으로 이루어진 지구형 행성으로 진화하였다. 반면, 원시 태양에서 먼 영역에서는 온도가 낮아 응결 온도가 높은 물질과 낮은 물질들이 모두 응축하여 얼음 상태의 입자, 수소, 헬륨 등으로 이루어진 목성형 행성으로 진화하였다.



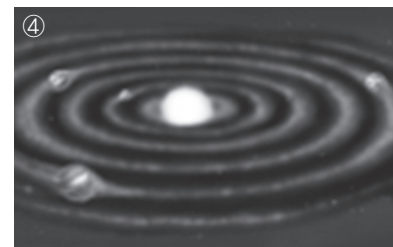
성운의 형성



태양계 성운의 수축과 회전



원시 태양의 형성



원시 행성의 형성

정답

- 빨라
- 높아
- 원시 행성

## (2) 지구의 탄생과 진화

### ① 마그마 바다 형성

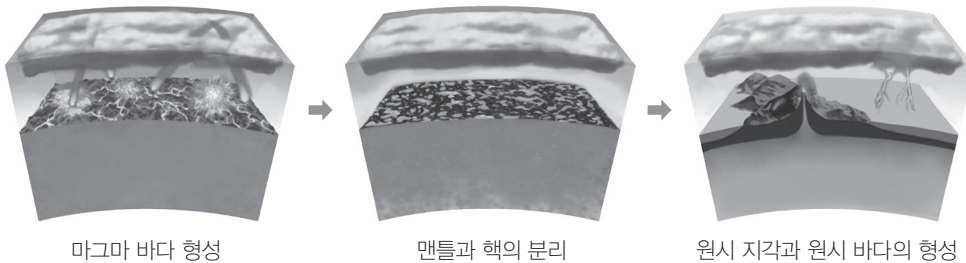
- 원시 지구는 약 46억 년 전 수많은 미행성체들의 충돌로 형성되었고 이 과정에서 원시 지구의 크기가 커졌다.
- 미행성체가 충돌할 때 발생한 열과 원시 지구 내부 방사성 원소의 붕괴로 발생한 열에 의하여 원시 지구에는 지표와 지구 내부의 상당 부분이 녹아 있는 액체 상태의 마그마 바다가 형성되었다.

### ② 맨틀과 핵의 분리

- 마그마 바다 상태에서 중력의 작용으로 철과 니켈 등 밀도가 큰 금속 성분들은 지구 중심부로 가라앉아 핵을 형성하였다.
- 밀도가 작은 규산염 물질은 지구 표면 쪽으로 떠올라 맨틀을 형성하면서 층의 분화가 진행되었다.

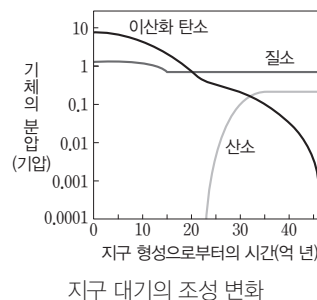
### ③ 원시 지각과 원시 바다의 형성

- 미행성체들의 충돌이 감소하면서 지구의 온도는 점점 낮아졌고, 지표가 식으면서 단단한 원시 지각이 형성되었다.
- 화산 활동 등으로 원시 대기에 공급된 수증기가 응결하여 많은 비가 내렸고, 낮은 곳으로 모인 물이 원시 바다를 형성하였다.
- 원시 바다가 형성된 이후에 대기 중의 이산화 탄소가 바다에 용해되었고, 이후 탄산염의 형태로 퇴적되어 지권에 고정되었다.



### ④ 지구 대기의 형성

- 지구 최초의 생명체는 바다에서 탄생하였을 것으로 추정된다.
- 광합성을 하는 남세균이 등장하여 바다에 산소를 공급하기 시작했고, 이후 대기에도 산소가 축적되기 시작하였다.
- 약 4억 년 전에는 오존층이 형성될 수 있을 만큼 대기 중의 산소가 증가하였다. 오존층이 자외선을 차단함에 따라 육지에 생명체가 출현하였다.



## 개념 체크

● **탄소의 지권 고정:** 원시 바다가 형성된 이후에 대기 중의 이산화 탄소가 바다에 용해되었고, 이후 탄산염의 형태로 퇴적되어 지권에 고정되었다.

1. 지구는 마그마 바다 상태에서 철과 니켈 등 밀도가 큰 금속은 ( )을 형성하였고, 규산염 물질과 같은 밀도가 작은 물질은 떠올라 ( )을 형성하였다.
2. 화산 활동 등으로 원시 대기에 공급된 수증기가 응결하여 비가 내렸고, 낮은 곳으로 모인 물이 ( )를 형성하였다.
3. 광합성을 하는 남세균이 등장하여 바다에 ( )를 공급하기 시작했고, 이후 대기에도 축적되기 시작하였다.

### 정답

1. 핵, 맨틀
2. 원시 바다
3. 산소

개념 체크

- **지구 내부 에너지:** 지구 내부 에너지원으로 지구 형성 초기에 일어난 미행성체 충돌에 의한 열, 중력 수축에 의한 열, 방사성 원소의 붕괴열 등이 있다.
- **지각 열류량:** 지구 내부에서 지표로 방출되는 열량

1. 방사성 원소는 핵에는 거의 없으며, 대부분 ( ) 과 ( ) 에 존재한다.
2. 지구 내부 에너지가 지표로 방출되는 열량을 ( ) 이라고 한다.
3. 단위 질량당 방사성 원소의 질량비는 지각이 맨틀보다 ( ) .
4. 해령, 호상 열도 부근에서는 지각 열류량이 ( ) , 해구나 순상지 부근에서는 지각 열류량이 ( ) .

2 지구 내부 에너지

(1) **지구 내부 에너지:** 지구 내부 에너지는 지구 내부에 저장되어 있는 열에너지로, 판의 운동, 화산 활동, 지진 등을 일으키는 근원 에너지이다. 지구 내부 에너지원에는 지구 형성 초기에 일어난 미행성체 충돌에 의한 열, 중력 수축에 의한 열, 방사성 원소의 붕괴열이 있다.

- ① **방사성 원소의 분포:** 방사성 원소는 규산염 마그마에 농집되는 성질이 있으므로 핵에는 거의 없으며, 대부분 지각과 맨틀에 존재한다.
- ② **방사성 원소의 붕괴열:** 단위 질량당 방사성 원소의 질량비는 지각이 맨틀보다 크며, 특히 대륙 지각에서 크므로 대륙 지각에서는 방사성 원소의 붕괴열이 많이 방출된다.

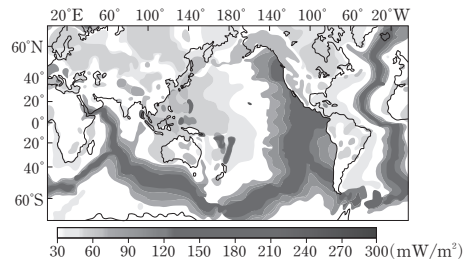
암석의 종류	방사성 원소의 함량(ppm)			방출 열량 (10 <sup>-5</sup> mW/m <sup>3</sup> )	비고
	우라늄( <sup>238</sup> U, <sup>235</sup> U)	토륨( <sup>232</sup> Th)	칼륨( <sup>40</sup> K)		
화강암	5	18	38000	295	대륙 지각 구성 암석
현무암	0.5	3	8000	56	해양 지각 구성 암석
감람암	0.015	0.06	100	1	맨틀 구성 암석

(2) 지각 열류량

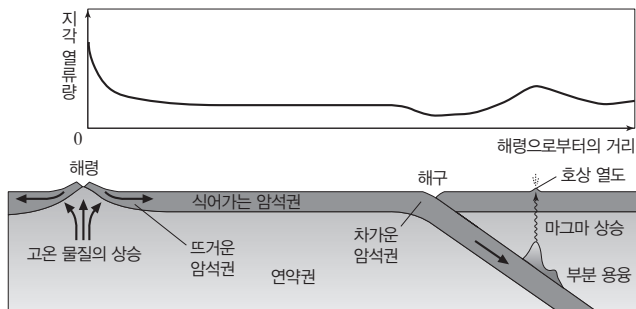
- ① **지각 열류량:** 지구 내부 에너지가 지표로 방출되는 열량을 지각 열류량이라고 하며, 단위로는 mW/m<sup>2</sup>를 사용한다. ➔ 구성 암석의 방사성 원소의 함량은 대륙 지각이 많지만, 해양 지각이 대륙 지각보다 맨틀 대류에 의한 열 공급량이 더 많다.
- ② **지구 내부에서의 열에너지 이동:** 암석권 아래 맨틀에서는 주로 대류에 의해, 암석권에서는 주로 전도에 의해 열에너지가 이동한다.
- ③ **지각 열류량의 분포**

구분	지각 열류량 (mW/m <sup>2</sup> )
전 세계	87
대륙 지각	65
해양 지각	101

- 화산 활동이나 조산 운동이 활발한 지역에서는 지각 열류량이 많고, 오래된 지각이나 안정한 대륙의 중앙부에서는 지각 열류량이 적다.
- 해령, 호상 열도 부근에서는 지각 열류량이 많고, 해구나 순상지 부근에서는 지각 열류량이 적다.



전 세계의 지각 열류량 분포



해양 지각에서의 지각 열류량

정답

1. 지각, 맨틀
2. 지각 열류량
3. 크다
4. 많고, 적다

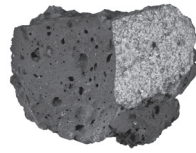


### 3 지구 내부 탐사

#### (1) 지구 내부 연구 방법

##### ① 직접적인 방법

- 시추: 내부 시료를 직접 채취하는 것으로, 현재 시추 가능한 깊이는 15 km 정도에 불과하다.
- 포획암 분석(화산 분출물 연구): 포획암은 마그마에 포획되어 올라온 지하 물질로, 맨틀 포획암을 분석하여 상부 맨틀 물질을 알 수 있다.



맨틀 포획암

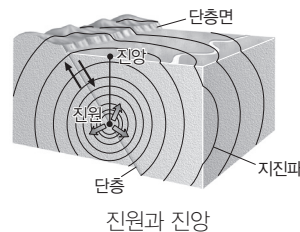
##### ② 간접적인 방법: 지진파 분석, 지각 열류량 측정과 같이 내부에서 전달되는 정보를 분석하는 방법, 운석 연구를 통한 지구 내부 물질의 평균 조성 추정, 고온·고압 조건에서의 실험을 통한 연구 등이 있다.

- 지진파 분석: 지구 내부를 통과하는 지진파를 연구하여 지구 내부 불연속면의 깊이 및 지구 내부를 구성하는 물질의 물리적 성질을 알 수 있다.
- 지각 열류량 측정: 내부 물질의 열적 성질과 에너지원의 분포를 알 수 있다.

##### ③ 종합: 지진파 분석 등에서 얻어진 물리적 정보와 운석 연구 등을 통해 추정된 지구 내부 물질의 평균 조성, 고온·고압 조건에서의 실험 및 이론적 연구 등을 종합하여 지구 내부 물질의 분포를 파악한다.

#### (2) 지진파에 의한 지구 내부의 탐사

① 지진파: 암석에 힘이 가해져 탄성 한계를 넘으면 암석이 급격한 변형을 일으키면서 깨지는데, 이때 암석에 응축된 에너지가 파동의 형태로 사방으로 전달되는 현상을 지진이라 하고, 이때 전달되는 파동을 지진파라고 한다. 한편, 지진이 발생한 위치를 진원이라고 하며, 진원의 연직 방향에 위치한 지표상의 지점을 진앙이라고 한다.



② 지진파의 성질: 지진파는 성질이 다른 매질의 경계면에서 반사 또는 굴절하며, 같은 종류의 지진파라도 매질의 밀도와 상태에 따라 속도가 달라진다.

##### ③ 지진파의 종류와 특징

지진파	성질	지진파의 전파	지각에서의 속도(km/s)	통과 매질의 상태
P파 (종파)	매질의 진동 방향과 파의 진행 방향이 나란		5~8	고체, 액체, 기체
S파 (횡파)	매질의 진동 방향과 파의 진행 방향이 수직		3~4	고체
표면파	지표면을 따라 전파	타원 운동 또는 좌우 진동	2~3	표면의 고체

#### 개념 체크

- 지진파: 암석에 힘이 가해져 탄성 한계를 넘어 암석이 변형되면서 암석에 응축된 에너지가 사방으로 전달되는 파동이다.
- P파: 매질의 진동 방향과 파의 진행 방향이 나란하다.
- S파: 매질의 진동 방향과 파의 진행 방향이 수직이다.

1. 지구 내부를 통과하는 ( )를 연구하여 지구 내부 불연속면의 깊이 및 지구 내부를 구성하는 물질의 물리적 성질을 알 수 있다.
2. 지진이 발생한 위치를 ( )이라고 하며, 진원의 연직 방향에 위치한 지표상의 지점을 ( )이라고 한다.
3. P파는 ( ), ( ), ( )상태의 물질을 통과할 수 있고, S파는 ( )상태의 물질만 통과할 수 있다.

#### 정답

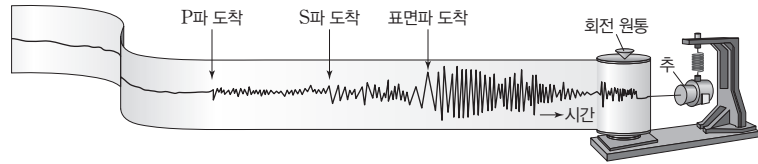
1. 지진파
2. 진원, 진앙
3. 고체, 액체, 기체, 고체

개념 체크

- **진원 거리:**  $d = \frac{V_p \times V_s}{V_p - V_s} \times \text{PS시}$   
( $d$ : 진원 거리,  $V_p$ : P파 속도,  $V_s$ : S파 속도)
- **진앙:** 세 관측소에서 진원 거리를 반지름으로 하는 원을 그렸을 때 세 공통 현의 교점
- **진원 깊이:** 진앙을 지나는 현 중 관측소와 진앙을 연결한 선에 의해 수직 이등분되는 현 길이의  $\frac{1}{2}$
- **불연속면:** 지각과 맨틀의 경계면은 모호면, 맨틀과 외핵의 경계면은 구텐베르크면, 외핵과 내핵의 경계면은 레만면이다.

1. 지진 기록에서 ( )가 도달한 후 ( )가 도달 때까지의 시간 차를 ( )라고 한다.
2. P파의 속도를  $V_p$ , S파의 속도를  $V_s$ , PS시를  $t$ 라고 하면, 관측소에서 진원까지의 거리( $d$ )는  $d = ( )$ 이다.
3. 세 관측소에서 진원 거리를 반지름으로 하는 원을 그렸을 때 각 원들의 교점을 연결하면 ( )개의 현이 교차하는 하나의 점  $O$ 가 나타나는데, 이곳이 진앙이다.

(3) **지진 기록:** 지진계에는 P파, S파, 표면파의 모습이 차례대로 기록되며, 지진 기록에서 P파가 도달한 후 S파가 도달할 때까지의 시간 차를 PS시라고 한다. PS시는 진원으로부터의 거리가 멀수록 길게 나타난다.



지진 기록

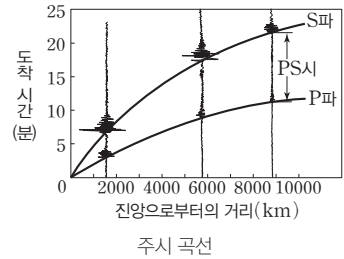


과학 돋보기 | 진원과 진앙까지의 거리 측정

• 진원까지의 거리 측정: P파의 속도를  $V_p$ , S파의 속도를  $V_s$ , PS시를  $t$ 라고 하면, 관측소에서 진원까지의 거리( $d$ )는 아래 식과 같이 구할 수 있다.

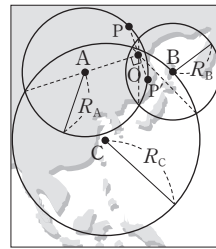
$$\frac{d}{V_s} - \frac{d}{V_p} = t \Rightarrow d = \frac{V_p \times V_s}{V_p - V_s} \times t$$

• 진앙까지의 거리 측정: 지진 기록을 해석하여 PS시를 구한 후 주시 곡선에서 PS시에 해당하는 가로축의 거리 값을 읽으면 진앙까지의 거리를 알아낼 수 있다.

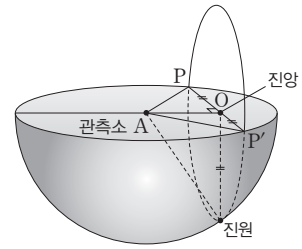


(4) 진앙 및 진원의 결정

- ① **진앙의 위치:** A, B, C 각 관측소에서 진원 거리( $R_A, R_B, R_C$ )를 반지름으로 하는 원을 그렸을 때 각 원들의 교점을 연결하면 3개의 현이 교차하는 하나의 점  $O$ 가 나타나는데, 이곳이 진앙이다.
- ② **진원의 깊이:** 세 관측소 중 임의의 관측소 A점과 진앙의 위치 O점을 연결하는 선분 AO를 긋고, O점에서 선분 AO에 직교하는 현 PP'를 그으면 현 PP'의 절반인 선분 OP 또는 OP'가 진원의 깊이가 된다.



진앙의 위치 결정



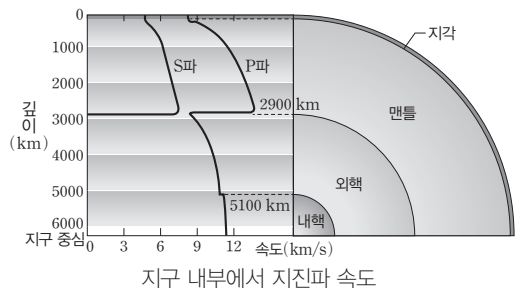
진원의 깊이

4 지구 내부의 구조

(1) **지구 내부의 구조:** 지구 내부를 통과하는 지진파가 굴절되거나 반사되는 성질을 이용하여 지구 내부가 지각, 맨틀, 외핵, 내핵의 층상 구조를 이루고 있음을 알아내었다.

(2) 불연속면

- ① 모호로비치치 불연속면(모호면): 지각과 맨틀의 경계면이다.
- ② 구텐베르크 불연속면(구텐베르크면): 맨틀과 외핵의 경계면이다.
- ③ 레만 불연속면(레만면): 외핵과 내핵의 경계면이다.



지구 내부에서 지진파 속도

정답

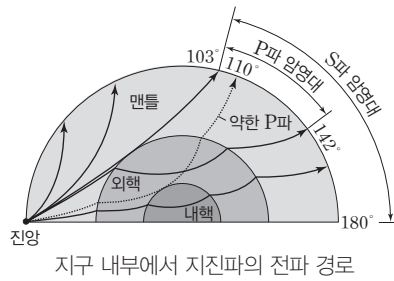
1. P파, S파, PS시
2.  $\frac{V_p \times V_s}{V_p - V_s} \times t$
3. 3, 진앙

### (3) 지진파 암영대

#### ① 핵의 발견

- S파의 암영대: 진앙으로부터의 각거리가 약 103°~180°인 지역으로, S파가 도달하지 않는다.
- P파의 암영대: 진앙으로부터의 각거리가 약 103°~142°인 지역으로, P파가 도달하지 않는다.

② 내핵의 발견: 진앙으로부터의 각거리 약 110°에 약한 P파가 도달한다는 사실로부터 내핵을 발견하였다.



지구 내부에서 지진파의 전파 경로

### (4) 지구 내부의 구성 물질과 물리량

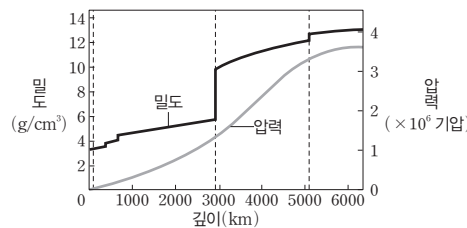
#### ① 지각과 맨틀

구분	평균 깊이(km)	주요 구성 암석	평균 밀도(g/cm <sup>3</sup> )	
지각	대륙 지각	지표 ~ 약 35	화강암질 암석	약 2.7
	해양 지각	지표 ~ 약 5	현무암질 암석	약 3.0
맨틀	모호면 ~ 약 2900	감람암질 암석	약 3.3~5.5	

② 핵: 지진파의 속도 분포로부터 외핵은 액체 상태이고 내핵은 고체 상태일 것으로 추정되며, 내핵은 외핵보다 평균 밀도가 크다. 핵은 철이 가장 많고, 그 밖에 니켈, 황 등으로 이루어졌을 것으로 추정된다.

#### ③ 지구 내부의 물리량

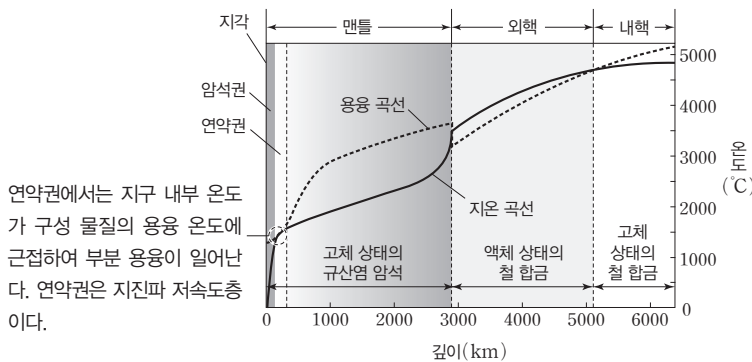
- 밀도: 불연속면에서 급격히 증가하는 계단 모양의 분포를 이룬다.
- 압력: 중심으로 갈수록 증가하며, 깊이에 따른 증가율은 외핵에서 가장 크다.



지구 내부의 밀도와 압력 분포



### 과학 돋보기 | 지온 곡선과 용융 곡선



연약권에서는 지구 내부 온도가 구성 물질의 용융 온도에 근접하여 부분 용융이 일어난다. 연약권은 지진파 저속도층이다.

- 깊이에 따른 지온 상승률은 암석권에서 가장 크다.
- 지구 내부 온도와 구성 물질의 용융 온도를 통해 지구 내부 물질의 상태를 알 수 있다. → 외핵은 지구 내부 온도가 구성 물질의 용융 온도보다 높으므로 액체 상태이고, 내핵은 지구 내부 온도가 구성 물질의 용융 온도보다 낮으므로 고체 상태이다.

### 개념 체크

- 핵의 발견: 지진파 암영대의 존재로부터 알아내었다.
- 내핵의 발견: 지진파 암영대 내에 약한 P파가 도달한다는 사실로부터 알아내었다.
- 대륙 지각: 화강암질 암석
- 해양 지각: 현무암질 암석
- 맨틀: 감람암질 암석
- 외핵과 내핵: 철, 니켈
- 지구 내부의 상태: 구성 물질의 용융 온도보다 지구 내부 온도가 낮은 지각, 맨틀, 내핵은 고체 상태이며, 구성 물질의 용융 온도보다 지구 내부 온도가 높은 외핵은 액체 상태이다.

1. S파의 암영대는 진앙으로부터의 각거리가 약 ( )°~( )°인 지역이고, P파의 암영대는 진앙으로부터의 각거리가 약 ( )°~( )°인 지역이다.

2. 진앙으로부터의 각거리 약 110°에 약한 ( )가 도달한다는 사실로부터 내핵을 발견하였다.

3. 지진파의 속도 분포로부터 외핵은 ( ) 상태이고, 내핵은 ( ) 상태일 것으로 추정된다.

#### 정답

- 103, 180, 103, 142
- P파
- 액체, 고체

개념 체크

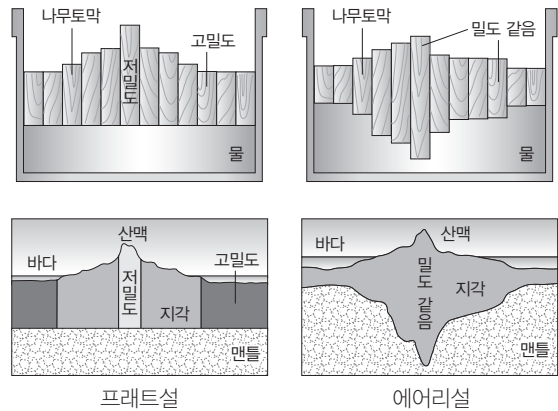
● **지각 평형설**: 밀도가 작은 지각이 밀도가 큰 맨틀 위에 떠서 평형을 이룬다는 이론

1. **프래트의 지각 평형설**은 밀도가 서로 ( ) 지각이 맨틀 위에 떠 있으며, 밀도에 관계없이 해수면을 기준으로 한 모호면의 깊이는 ( ) .
2. **에어리의 지각 평형설**은 밀도가 서로 ( ) 지각이 맨틀 위에 떠 있으며, 해발 고도가 높을수록 해수면을 기준으로 한 모호면의 깊이가 ( ) .

5 지각 평형설

(1) **지각 평형설**: 밀도가 작은 나무토막이 밀도가 큰 물 위에 떠서 평형을 이루는 것과 같이, 밀도가 작은 지각이 밀도가 큰 맨틀 위에 떠서 평형을 이룬다는 이론이다.

- ① **프래트의 지각 평형설**: 밀도가 서로 다른 지각이 맨틀 위에 떠 있으며, 밀도가 작은 지각일수록 지각의 해발 고도가 높으나, 밀도에 관계없이 해수면을 기준으로 한 모호면의 깊이는 같다.
- ② **에어리의 지각 평형설**: 밀도가 서로 같은 지각이 맨틀 위에 떠 있으며, 지각의 해발 고도가 높을수록 해수면을 기준으로 한 모호면의 깊이가 깊다.

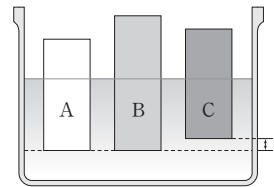


(2) **두 지각 평형설의 비교**: 대륙 지각이 해양 지각보다 밀도가 작다는 점에서는 프래트의 지각 평형설이 타당하지만, 해수면을 기준으로 한 모호면의 깊이가 대륙 지각이 해양 지각보다 깊다는 점에서는 에어리의 지각 평형설이 타당하다.

탐구자료 살펴보기 지각 평형의 모형실험

탐구 과정

그림과 같이 재질과 단면적이 같은 나무토막 A(밀도: 0.6 g/cm<sup>3</sup>, 두께: 5 cm), B(밀도: 0.4 g/cm<sup>3</sup>, 두께: 7.5 cm), C(밀도: 0.4 g/cm<sup>3</sup>, 두께: 5 cm)를 밀도가 1.0 g/cm<sup>3</sup>인 물 위에 띄우고 평형을 이룬 후에 나무토막 각각의 전체 두께와 수면 아랫부분의 두께를 측정하고, 수면 아랫부분의 두께 / 나무토막 전체 두께 를 구한다.



탐구 결과

구분	나무토막 A	나무토막 B	나무토막 C
나무토막 전체 두께(cm)	5	7.5	5
수면 아랫부분의 두께(cm)	3	3	2
수면 아랫부분의 두께 / 나무토막 전체 두께	0.6	0.4	0.4

분석 point

1. 물의 밀도가 1.0 g/cm<sup>3</sup>일 때, 각각의 나무토막 밀도(g/cm<sup>3</sup>)는 수면 아랫부분의 두께 / 나무토막 전체 두께 × 물의 밀도(1 g/cm<sup>3</sup>)로 구할 수 있다.
2. 프래트의 지각 평형설로 나무토막 A와 B의 실험 결과를 설명할 수 있다.
3. 에어리의 지각 평형설로 나무토막 B와 C의 실험 결과를 설명할 수 있다.

정답

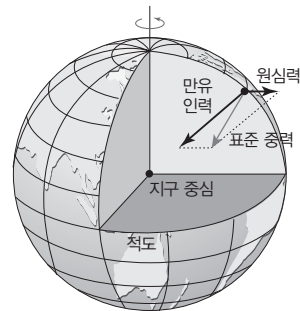
1. 다른, 같다
2. 같은, 깊다

## 6 지구의 중력장

### (1) 중력장

- ① **중력과 중력장:** 지구상의 물체에 작용하는 만유인력과 지구 자전에 의한 원심력의 합력을 중력이라 하고, 중력이 작용하는 지구 주위의 공간을 중력장이라고 한다.
  - 만유인력: 지구 중심을 향하며, 지구 중심과 물체 사이의 거리 제곱에 반비례한다.
  - 원심력: 지구 자전 때문에 생긴 힘으로 자전축에 수직인 지구의 바깥쪽으로 작용하며, 크기는 자전축으로부터의 수직 거리에 비례한다.
- ② **표준 중력:** 지구 타원체 내부의 밀도가 균일하다고 가정할 때 위도에 따라 달라지는 이론적인 중력값이다.
  - 표준 중력값은 고위도로 갈수록 증가한다.
  - 극지방에서는 지구 자전에 의한 원심력이 0이므로 만유인력 = 표준 중력이다.

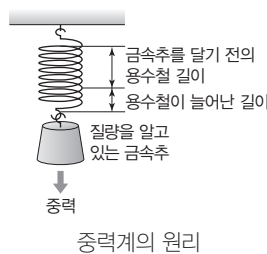
구분	크기	방향
만유인력	고위도 > 저위도 → 극에서 최대	지구 중심 방향
원심력	고위도 < 저위도 → 극에서 0	자전축에 수직인 지구 바깥 방향
표준 중력	고위도 > 저위도 → 극에서 최대	연직 방향



만유인력, 원심력, 표준 중력의 관계

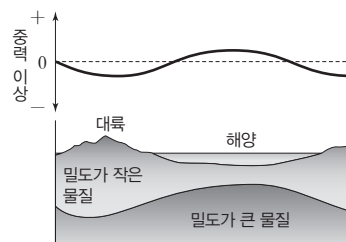
**(2) 중력(중력 가속도)의 측정:** 단진자를 이용하여 절대 중력을 측정하고, 중력계를 이용하여 상대 중력을 측정한다.

- ① **단진자 이용:** 단진자의 길이를  $l$ 이라고 하면, 단진자의 주기( $T$ )는  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 이므로 중력 가속도( $g$ )는  $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ 이다.
- ② **중력계 이용:** 추가 달린 용수철이 중력의 크기에 따라 늘어나는 길이가 달라지는 원리를 이용하여 중력 가속도 크기의 상대적 차이를 구할 수 있다.



중력계의 원리

- ③ **중력 이상:** 중력은 측정 지점의 해발 고도, 지형의 기복, 지하 물질의 밀도 등에 따라 달라지는데, 관측된 실측 중력에서 이론적으로 구한 표준 중력을 뺀 값을 중력 이상이라고 한다. 해발 고도와 지형의 기복 등의 영향을 보정한 중력 이상으로 지하 물질의 밀도와 분포를 알 수 있다.
  - 중력 이상 = 실측 중력 - 표준 중력



대륙과 해양의 중력 이상

- ④ **중력 탐사:** 중력 이상을 이용하여 지하 물질의 밀도 분포를 알아내는 탐사 방법이다. 지하에 철광석과 같은 밀도가 큰 물질이 매장되어 있으면 밀도 차이에 의한 중력 이상은 (+), 석유나 암염 같은 밀도가 작은 물질이 매장되어 있으면 (-)로 나타난다. 또한 대륙과 해양의 중력 이상은 밀도 차이에 의해 대륙에서는 (-)로, 해양에서는 (+)로 나타난다.

### 개념 체크

- **중력:** 지구상의 물체에 작용하는 만유인력과 지구 자전에 의한 원심력의 합력
- **실측 중력:** 관측 지점에서 실제 측정된 중력
- **관측 지점의 고도, 지형 등의 영향을 보정한 중력 이상:** 지하 물질의 밀도가 클수록 실측 중력은 커지고, 그에 따라 중력 이상은 커지게 된다.

1. 지구상의 물체에 작용하는 만유인력과 지구 자전에 의한 원심력의 합력을 ( )이라고 한다.
2. 만유인력은 ( )에서 최대이고, 원심력은 ( )에서 0이며, 표준 중력은 ( )에서 최대이다.
3. 단진자의 길이가 일정할 때, 중력이 클수록 단진자의 주기는 ( )진다.
4. 중력 이상은 ( ) 중력에서 이론적으로 구한 ( ) 중력을 뺀 값으로, 지하에 밀도가 큰 물질이 매장되어 있으면 중력 이상은 ( ), 밀도가 작은 물질이 매장되어 있으면 ( )로 나타난다.

#### 정답

1. 중력
2. 극, 극, 극
3. 짧아
4. 실측, 표준, +, -

개념 체크

- **편각:** 어느 지점에서 진북 방향과 지구 자기장의 수평 성분 방향이 이루는 각
- **북각:** 지구 자기장의 방향이 수평면에 대하여 기울어진 각
- **전 자기력:** 어느 지점에서 지구 자기장의 세기

1. ( ) 이론은 지구 자전, 핵 내부의 온도 차와 밀도 차 등으로 열대류가 일어나는 것으로 외핵에서의 자기장 생성을 설명하는 것이다.
2. 자침이 진북에 대해 서쪽으로 치우치면 ( ) 또는 ( )로, 동쪽으로 치우치면 ( ) 또는 ( )로 표시한다.
3. 북각은 자기 적도에서 ( )°이고, 자북극에서 ( )°, 자남극에서 ( )°이다.
4. 지구 자기장의 변화 중에서 일변화의 변화 폭은 밤보다 낮에 ( )고, 겨울보다 여름에 ( )다.
5. 밴앨런대는 내대는 주로 ( ), 외대는 주로 ( )로 이루어져 있다.

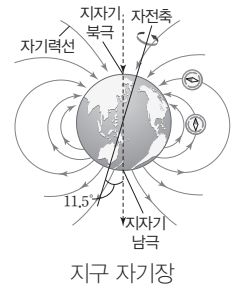
정답

1. 다이너모
2. W, -, E, +
3. 0, +90, -90
4. 크, 크
5. 양성자, 전자

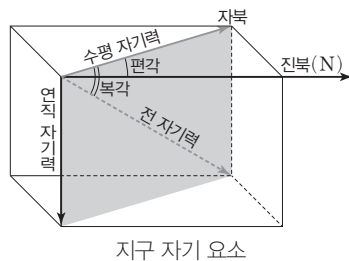
7 지구의 자기장

(1) 지구 자기장의 형성

1. 지구 자기장: 지구의 자기력이 미치는 공간을 지구 자기장이라고 한다.
2. 다이너모 이론: 외핵은 액체 상태의 철과 니켈로 이루어져 있으며, 외핵에서는 지구 자전, 핵 내부의 온도 차와 밀도 차 등으로 열대류가 일어나면서 자기장이 생성된다. 이 지구 자기장의 영향으로 유도 전류가 발생하고, 이 전류의 작용으로 다시 자기장이 발생하여 지구 자기장이 지속적으로 유지된다.



(2) 지구 자기 3요소



구분	자기 적도	자북극
북각	0°	+90°
연직 자기력	0	=전 자기력
수평 자기력	=전 자기력	0

자기 적도와 자북극에서의 지구 자기

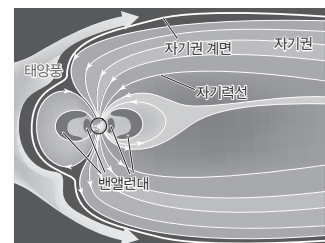
1. 편각: 어느 지점에서 진북 방향과 지구 자기장의 수평 성분 방향이 이루는 각으로, 자침이 진북에 대해 서쪽으로 치우치면 W 또는 (-)로, 동쪽으로 치우치면 E 또는 (+)로 표시한다.
2. 북각: 지구 자기장의 방향이 수평면에 대하여 기울어진 각으로, 자침의 N극이 아래로 향하면 (+), 위로 향하면 (-)로 표시한다. 북각은 자기 적도에서 0°이고, 자북극에서 +90°, 자남극에서 -90°이다.
3. 수평 자기력: 어느 지점에서 지구 자기장의 세기를 전 자기력이라 하며, 지구 자기장의 수평 성분의 세기를 수평 자기력, 연직 성분의 세기를 연직 자기력이라고 한다. 수평 자기력은 자극에서 0이고, 자기 적도에서 최대이다.

(3) 지구 자기장의 변화

1. 일변화: 태양의 영향으로 하루를 주기로 일어나는 지구 자기장의 변화로, 일변화의 변화 폭은 밤보다 낮에, 겨울보다 여름에 더 크다.
2. 자기 폭풍: 태양의 흑점 주변에서 플레어가 활발해질 때 방출되는 많은 양의 대전 입자가 지구의 전리층을 교란시켜 수 시간에서 수일 동안에 지구 자기장이 불규칙하고 급격하게 변하는 현상이다. ➔ 자기 폭풍이 발생하면 델타지 현상이나 오로라가 자주 나타난다.
3. 영년 변화: 지구 내부의 변화 때문에 지구 자기의 방향과 세기가 긴 기간에 걸쳐 서서히 변하는 현상이다.

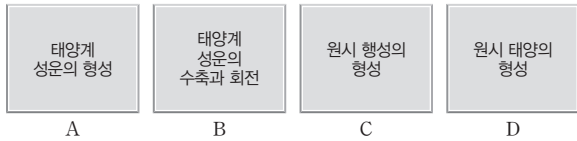
(4) 자기권과 밴앨런대

1. 자기권: 지구 자기장의 영향이 미치는 기권 밖의 영역
2. 밴앨런대: 태양에서 오는 대전 입자가 지구 자기장에 붙잡혀 특히 밀집되어 있는 도넛 모양의 방사선대이다. 내대는 주로 양성자, 외대는 주로 전자로 이루어져 있다.



자기권과 밴앨런대

**01** 그림은 태양계 형성 과정의 일부를 순서 없이 나타낸 것이다. [23030-0001]



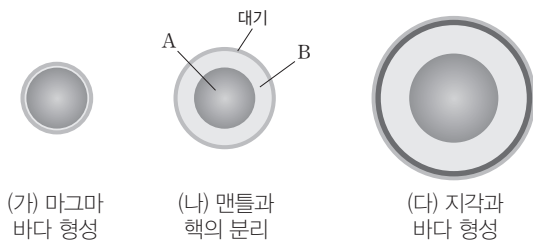
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

**보기**

ㄱ. A에서 태양계 성운은 수소와 헬륨을 포함하고 있다.  
 ㄴ. B에서 물질들이 중심으로 모이면서 회전 속도가 점점 빨라졌다.  
 ㄷ. 태양계는 A → B → D → C 순으로 형성되었다.

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

**02** 그림 (가), (나), (다)는 지구 진화 과정의 일부를 나타낸 것이다. [23030-0002]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

**보기**

ㄱ. (나)에서 밀도는 A가 B보다 크다.  
 ㄴ. 지구 표면 온도는 (다)가 (가)보다 높다.  
 ㄷ. (나)와 (다) 사이에 대기 중 산소의 농도가 급격히 증가하였다.

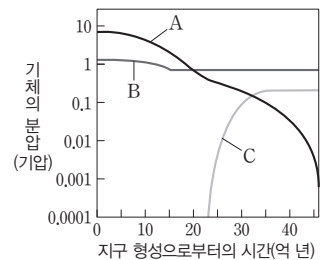
- ① ㄱ                      ② ㄴ                      ③ ㄱ, ㄷ  
 ④ ㄴ, ㄷ                ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

**03** 다음은 학생들이 지구 진화 과정에 대해 나눈 대화이다. [23030-0003]

지구 진화 과정에 대해 옳게 말한 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A                      ② B                      ③ A, C  
 ④ B, C                ⑤ A, B, C

**04** 그림은 지구 대기 중 산소, 이산화 탄소, 질소의 분압 변화를 순서 없이 나타낸 것이다. [23030-0004]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

**보기**

ㄱ. A는 이산화 탄소이다.  
 ㄴ. B는 바다에 녹아 탄산염 형태로 퇴적되어 지권에 고정되었다.  
 ㄷ. 오존층은 C가 축적되기 전에 존재했다.

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

05 표는 어느 암석 속에 들어 있는 방사성 원소의 함량을 나타낸 것이다. A, B, C는 각각 감람암, 화강암, 현무암 중 하나이다.

암석의 종류	방사성 원소의 함량(ppm)		
	우라늄(U)	토륨(Th)	칼륨(K)
A	4	25	40000
B	1	3	10000
C	0.001	0.004	30

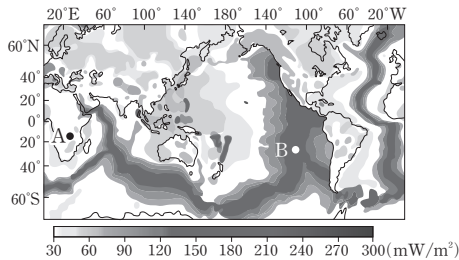
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 대륙 지각은 주로 A로 구성된다.  
 ㄴ. 단위 부피당 방사성 원소의 방출 열량은 지각이 맨틀보다 적다.  
 ㄷ. 방사성 원소의 붕괴로 생성된 에너지는 지구 내부에너지원 중 하나이다.

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

06 그림은 전 세계 지각 열류량의 분포를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 지각 열류량은 A가 B보다 적다.  
 ㄴ. B는 맨틀 대류의 하강부에 위치한다.  
 ㄷ. 방사성 원소에 의한 단위 면적당 에너지 방출량은 A가 B보다 많다.

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

[23030-0007]

07 표는 지구 내부 연구 방법 A, B, C의 특징을 나타낸 것이다. A, B, C는 각각 시추, 지진파 분석, 포획암 분석 중 하나이다.

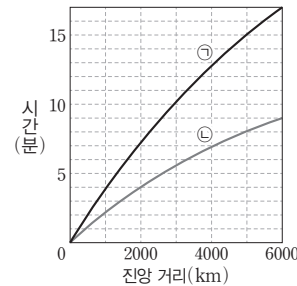
지구 내부 연구 방법	특징
A	내부 시료를 직접 채취하는 것으로, 약 15 km 깊이까지 가능함
B	마그마에 포획되어 올라온 지하 물질을 분석함
C	에너지가 파동의 형태로 지구 내부를 통과하는 것을 연구하여 지구 내부를 분석함

A, B, C에 해당하는 지구 내부 연구 방법을 옳게 짝 지은 것은?

- |   | A      | B      | C      |
|---|--------|--------|--------|
| ① | 시추     | 지진파 분석 | 포획암 분석 |
| ② | 시추     | 포획암 분석 | 지진파 분석 |
| ③ | 지진파 분석 | 시추     | 포획암 분석 |
| ④ | 지진파 분석 | 포획암 분석 | 시추     |
| ⑤ | 포획암 분석 | 지진파 분석 | 시추     |

[23030-0008]

08 그림은 어느 지진의 P파와 S파의 주시 곡선을, 표는 이 지진에 의해 발생한 S파가 두 관측소 A, B에 최초로 도달하는 데 걸린 시간을 나타낸 것이다.



관측소	시간
A	7분 00초
B	15분 00초

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

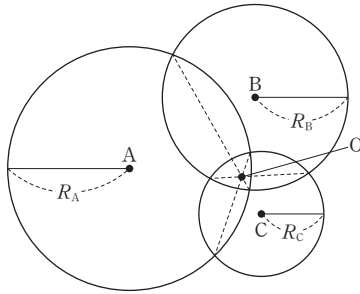
보기

ㄱ. ㉠은 P파의 주시 곡선이다.  
 ㄴ. 관측소 A에서 진앙 거리는 약 2000 km이다.  
 ㄷ.  $\frac{\text{관측소 B의 PS시}}{\text{관측소 A의 PS시}} > 2$ 이다.

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



**09** [23030-0009] 그림은 어느 지진에 대해 관측소 A, B, C에서 각각 구한 진원 거리를 이용하여 진앙의 위치를 찾는 방법을 나타낸 것이다.

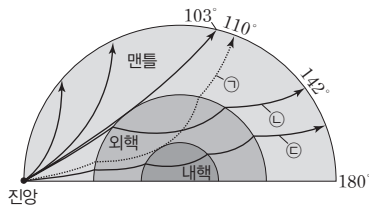


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. O는 진앙이다.
  - ㄴ. 진앙 거리는 A가 가장 멀다.
  - ㄷ. 진원 깊이는  $R_C$ 보다 크다.

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

**10** [23030-0010] 그림은 지진파가 지구 내부를 통과할 때 전달되는 경로를 나타낸 것이다. ㉓은 P파와 S파의 경로 중 하나이다.

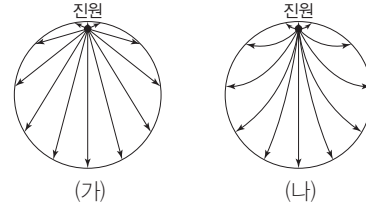


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

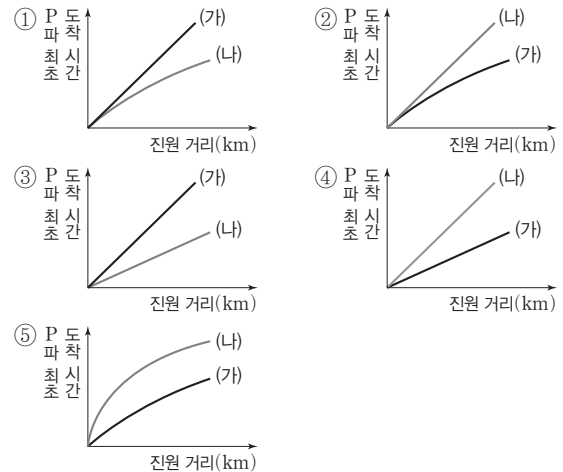
- 보기
- ㄱ. ㉓을 통해 외핵을 발견하였다.
  - ㄴ. P파가 ㉓의 경로를 따라 전파되는 동안 속도는 계속 감소한다.
  - ㄷ. ㉓은 P파의 경로를 나타낸 것이다.

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

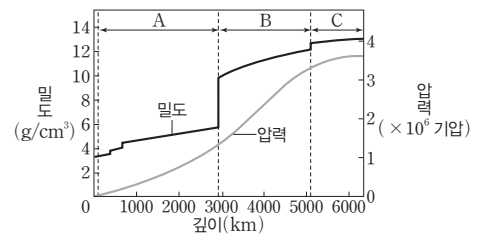
**11** [23030-0011] 그림 (가)와 (나)는 각각 지구 내부에서 지진파 속도가 일정하다고 가정할 경우와 지구 내부에서 지진파 속도가 깊이에 따라 점차 증가하는 경우의 지진파의 경로를 나타낸 것이다.



(가), (나)의 진원 거리에 따른 P파 최초 도착 시간 그래프로 가장 적절한 것은? (단, 지표면에서 지진파 속도는 (가)와 (나)가 같다.)



**12** [23030-0012] 그림은 지구 내부의 밀도와 압력 분포를 나타낸 것이다.

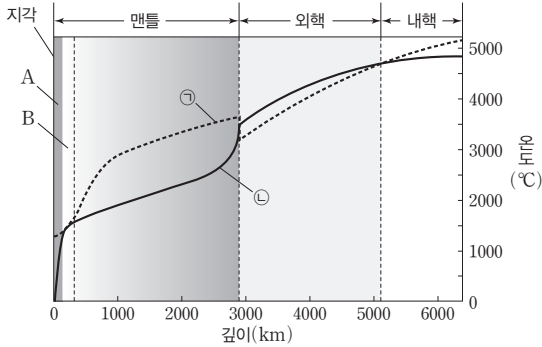


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 밀도는 각 구간의 경계에서 불연속적인 분포를 보인다.
  - ㄴ. A, B, C 중 깊이에 따른 평균 압력 증가율은 B 구간에서 가장 크다.
  - ㄷ. P파의 평균 속도는 A 구간이 B 구간보다 작다.

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

13 [23030-0013] 그림은 깊이에 따른 구성 물질의 용융 온도 분포와 지구 내부 온도 분포를 ㉠과 ㉡으로 순서 없이 나타낸 것이다. A와 B는 각각 암석권과 연약권 중 하나이다.



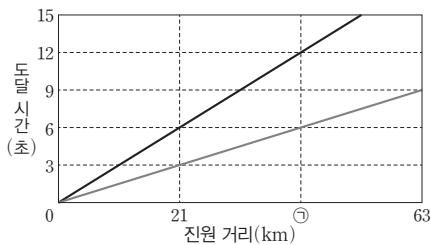
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 구성 물질의 용융 온도 곡선이다.
- ㄴ. 부분 용융은 A보다 B에서 일어나기 쉽다.
- ㄷ. 외핵과 내핵의 물질 상태는 다르다.

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

14 [23030-0014] 그림은 어느 지진의 진원 거리에 따른 P파와 S파의 도달 시간을 순서 없이 나타낸 것이다. P파와 S파의 속도는 각각 일정 하며, S파의 속도는 3.5 km/s이고, 관측소 A에서의 PS시는 10 초이다.



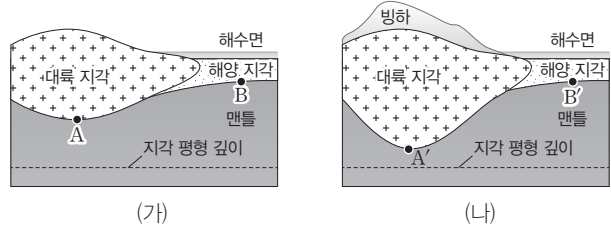
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 42이다.
- ㄴ. P파의 속도는 6 km/s이다.
- ㄷ. 관측소 A에서 진원 거리는 84 km이다.

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

15 [23030-0015] 그림 (가)와 (나)는 어느 지역의 대륙 지각에 빙하가 쌓이기 전과 후의 모습을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 지각 평형을 이루고 있고, 해수면 높이는 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A와 B에서 압력은 동일하다.
- ㄴ. A'는 A에 비해 더 얇은 곳에 위치한다.
- ㄷ. 평균 밀도는 대륙 지각이 해양 지각보다 작다.

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

16 [23030-0016] 다음은 에어리와 프래트의 지각 평형설을 설명하기 위한 실험 과정을 나타낸 것이다.

[실험 과정]  
(가) 직육면체 나무토막 A, B, C를 준비한다.

	나무토막 A	나무토막 B	나무토막 C
두께(cm)	3	6	5
단면적(cm <sup>2</sup> )	5	5	5
밀도(g/cm <sup>3</sup> )	0.5	0.5	0.6

(나) 물이 담긴 수조에 나무토막 A, B, C를 띄운다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 에어리설은 나무토막 A와 B를 비교하여 설명할 수 있다.
- ㄴ. 프래트설은 나무토막 B와 C를 비교하여 설명할 수 있다.
- ㄷ. 물 위로 드러난 나무토막의 두께가 가장 얇은 것은 C이다.

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

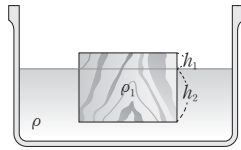
17 다음은 지각 평형의 원리를 알아보기 위한 실험 과정을 나타낸 것이다.

[23030-0017]

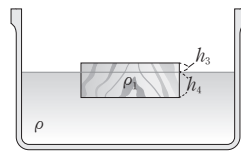
[실험 과정]

(가) 밀도가  $\rho_1$ 인 나무토막 1개를 준비한다.

(나) 수조에 물( $\rho=1.0\text{ g/cm}^3$ )을 채운 후, 나무토막을 띄우고 수면 윗부분의 두께( $h_1$ )와 수면 아랫부분의 두께( $h_2$ )를 측정한다.



(다) 과정 (나)의 나무토막을 반으로 자른 후 물 위에 띄우고 수면 윗부분의 두께( $h_3$ )와 수면 아랫부분의 두께( $h_4$ )를 측정한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

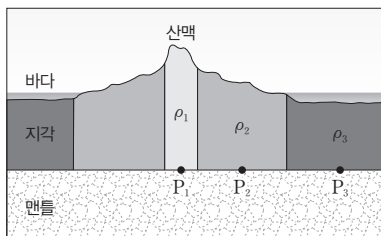
보기

- ㄱ.  $h_1 > h_3$ 이다.
- ㄴ.  $h_2 : h_4 = 2 : 1$ 이다.
- ㄷ. 이 실험을 통해 조류 운동을 설명할 수 있다.

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

18 그림은 지각 평형에 대한 어떤 이론에 따른 지각과 맨틀의 분포를 나타낸 것이다.

[23030-0018]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

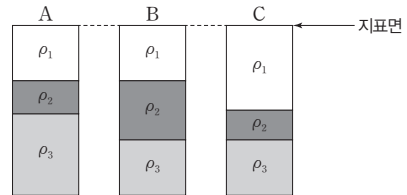
보기

- ㄱ. 플래트의 지각 평형설에 해당한다.
- ㄴ. 밀도는  $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$ 이다.
- ㄷ.  $P_1, P_2, P_3$  지점에서 압력은 모두 같다.

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

19 그림은 동일한 위도의 지구 타원체면에 위치한 세 지점 A, B, C의 지하 구조를 나타낸 것이다. 밀도는  $\rho_3 > \rho_2 > \rho_1$ 이고,  $\rho_3$ 으로 구성된 물질보다 깊은 곳을 이루는 물질의 밀도는 세 지점 모두 같다.

[23030-0019]



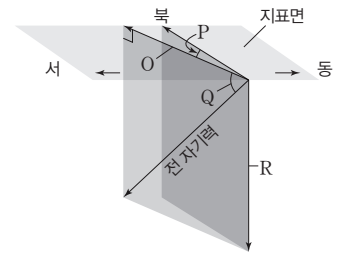
동일한 단진자를 사용했을 때, 단진자의 주기를 옳게 비교한 것은?

- ①  $A > B > C$     ②  $A > C > B$     ③  $B > A > C$
- ④  $B > C > A$     ⑤  $C > B > A$

20 다음은 지구 자기 3요소에 대한 학생들의 대화이다.

[23030-0020]

- 학생 A: 편각은 어느 지점에서 진북 방향과 지구 자기장의 수평 성분 방향이 이루는 각이야. 자침이 진북에 대해 서쪽으로 치우치면 W 또는 (-)로, 동쪽으로 치우치면 E 또는 (+)로 표시해.
- 학생 B: 그렇다면, 이 지역의 편각은 (㉠)로 표시되겠네. 이 지역은 북극이 자북극보다 작고 자기 적도보다 커.
- 학생 C: 이 지역의 (㉡)은 O, (㉢)은 R이야.



학생들의 내용이 모두 옳다고 할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

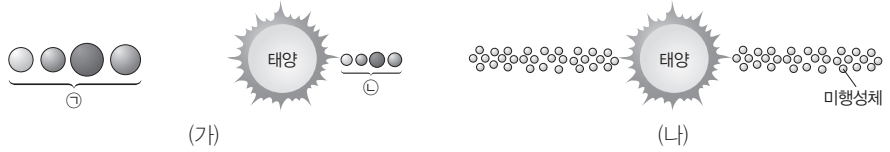
보기

- ㄱ. 'E 또는 (+)'는 ㉠에 해당한다.
- ㄴ. '수평 자기력'은 ㉡에, '연직 자기력'은 ㉢에 해당한다.
- ㄷ. 이 지역과 경도가 동일하지만 자북극과 가까운 지역의 북각은 Q보다 작다.

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

성운설에 따르면 지구를 포함한 천체들은 현재 태양계보다 영역이 넓은 거대한 성운이 회전하면서 수축하여 형성되었다.

**01** 그림 (가)와 (나)는 성운설을 바탕으로 한 태양계 형성 과정의 일부를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 지구형 행성 집단과 목성형 행성 집단 중 하나이다. [23030-0021]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

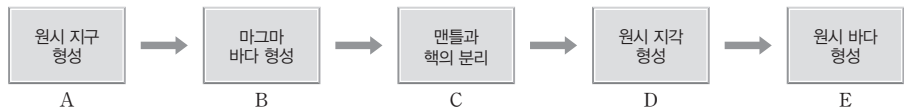
보기

- ㄱ. 태양계 형성 과정 순서는 (나) → (가)이다.
- ㄴ. 태양의 주성분은 수소와 헬륨이다.
- ㄷ. 평균 밀도는 ㉠이 ㉡보다 크다.

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

마그마 바다 상태에서 중력의 작용으로 철과 니켈 등 밀도가 큰 금속 성분들은 지구 중심부로, 밀도가 작은 규산염 물질은 지구 표면 쪽으로 이동하면서 층의 분화가 진행되었다.

**02** 그림은 지구의 초기 진화 과정을 A~E 단계로 나타낸 것이다. [23030-0022]



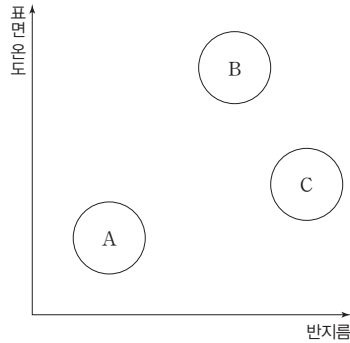
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A에서 E로 갈수록 지구의 표면 온도는 낮아졌다.
- ㄴ. 지구 중심부의 밀도는 B가 D보다 작다.
- ㄷ. D와 E 사이에 오존층이 형성되었다.

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

**03** [23030-0023] 그림은 지구의 진화 과정 중 각 시기의 지구 표면 온도와 반지름을 추정하여 나타낸 것이다. A, B, C는 각각 마그마 바다 형성 시기, 원시 지각 형성 시기, 원시 지구 초기 중 하나이다.



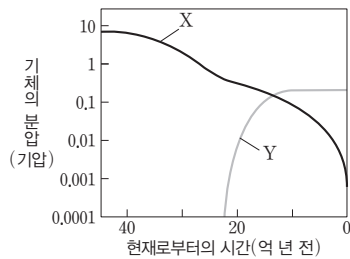
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 지구의 진화 과정 순서는 A → B → C이다.  
 ㄴ. A와 B 시기 사이에 원시 바다가 형성되었다.  
 ㄷ. B와 C 시기 사이에 최초의 생명체가 탄생하였다.

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

**04** [23030-0024] 그림은 지구가 탄생한 이후 기체 X, Y의 분압 변화를, 표는 지구가 탄생한 이후 서로 다른 세 시기에 기체 X, Y의 분압의 합을 나타낸 것이다.



시기	X 분압+Y 분압(기압)
A	4
B	1
C	0.21

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 현재로부터 가장 가까운 시기는 B이다.  
 ㄴ. C 시기에 맨틀과 핵이 분리되기 시작했다.  
 ㄷ. A와 B 시기에는 대기 중 X 분압이 Y 분압보다 크다.

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

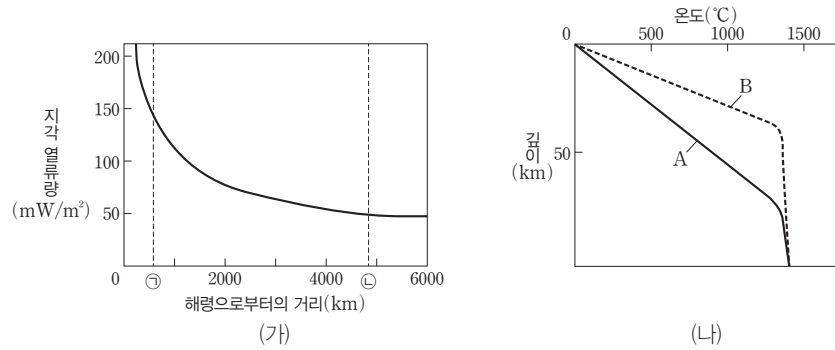
원시 지구 초기에 지구의 크기는 현재 크기의 약 10%에 불과했지만, 미행성의 충돌에 의해 질량과 반지름이 점차 증가하였다.

원시 바다가 형성된 이후에 대기 중의 이산화 탄소가 바다에 용해되었고, 광합성을 하는 남세균이 등장하여 바다에 산소를 공급하기 시작했으며, 이후 대기에도 산소가 축적되기 시작하였다.

화산 활동이나 조산 운동이 활발한 지역에서는 지각 열류량이 많고, 오래된 지각이나 안정한 대륙의 중앙부에서는 지각 열류량이 적다.

**05** 그림 (가)는 어느 해양판의 해령으로부터의 거리에 따른 지각 열류량의 분포를, (나)는 (가)의 ㉠과 ㉡에서의 깊이에 따른 지온 분포를 나타낸 것이다.

[23030-0025]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

**보기**

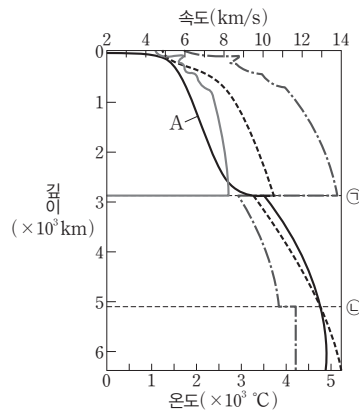
- ㄱ. 지각 열류량은 대부분 태양 에너지를 열원으로 한다.
- ㄴ. 지각 열류량은 ㉠이 ㉡보다 많다.
- ㄷ. ㉠에서의 지온 분포는 B이다.

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

맨틀은 고체, 외핵은 액체 상태이기 때문에 지진파가 이 두 층의 경계를 통과할 때 속도 변화가 크다.

**06** 그림은 지구 내부의 온도, 구성 물질의 용융 온도, 깊이에 따른 지진파 P파와 S파의 속도 분포를 나타낸 것이다.

[23030-0026]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

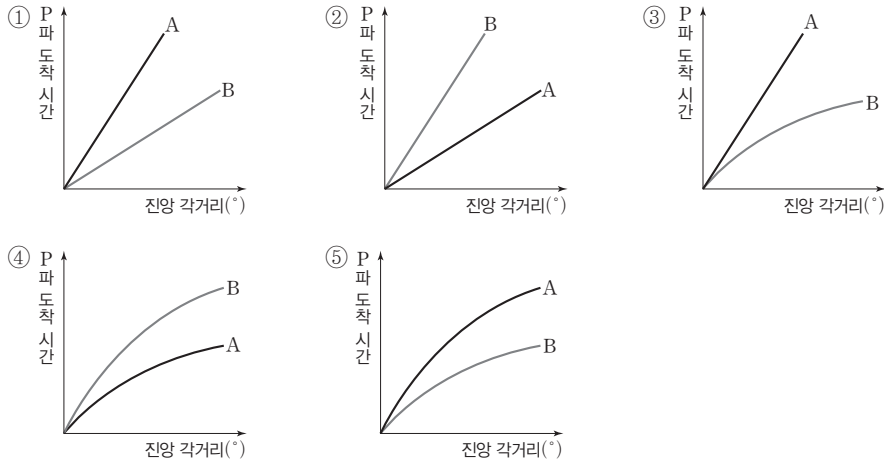
**보기**

- ㄱ. A는 구성 물질의 용융 온도이다.
- ㄴ. ㉠에서 지진파 속도가 크게 감소하는 것은 밀도가 증가하기 때문이다.
- ㄷ. ㉠과 ㉡을 경계로 물질의 상태가 변한다.

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

**07** 지구 내부에서 지진파 속도가 일정한 경우(A)와 깊이에 따라 지진파 속도가 일정하게 증가할 경우(B)의 주시 곡선을 나타낸 것으로 가장 적절한 것은? (단, 지표면의 지진파 속도는 A와 B 모두 같다.)

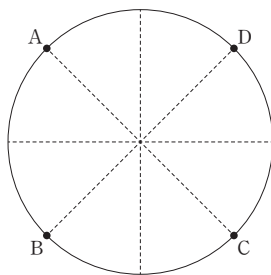
[23030-0027]



주시 곡선은 지진파 속도가 일정한 경우와 지진파 속도가 일정하게 증가할 경우 모두 곡선의 형태를 띤다.

**08** 그림은 적도에 위치한 관측소 A~D의 위치를, 표는 적도에 위치한 어느 지역의 지표면 바로 아래에서 발생한 서로 다른 두 지진 ㉠과 ㉡의 P파와 S파가 관측소에 도달했는지 여부를 나타낸 것이다.

[23030-0028]



관측소	지진 ㉠		지진 ㉡	
	P파	S파	P파	S파
A	○	○	○	○
B	×	×	○	○
C	×	×	○	×
D	○	○	×	ⓐ

(○: 도달, ×: 미도달)

진앙으로부터의 각거리가 약 103°~180°인 지역은 S파의 암영대, 진앙으로부터의 각거리가 약 103°~142°인 지역은 P파의 암영대이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

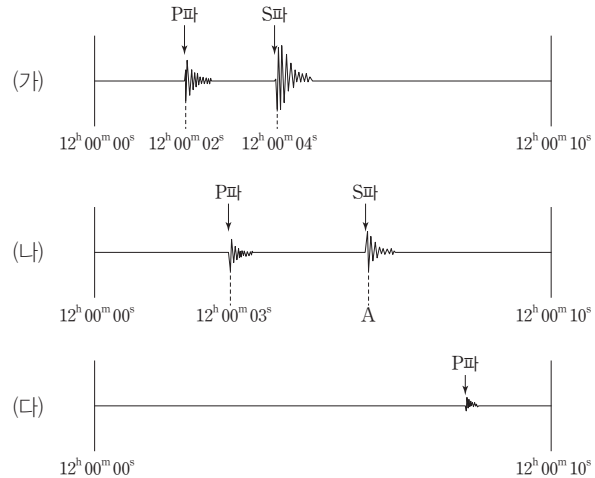
ㄱ. B에서 지진 ㉠의 진앙 거리가 지진 ㉡의 진앙 거리보다 짧다.  
 ㄴ. C에 도착한 지진 ㉡의 P파는 외핵을 통과하였다.  
 ㄷ. ⓐ는 ○와 × 중, ×이다.

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

진원에서 가까운 관측소일수록 P파가 처음 도착하는 시간이 짧고, PS시도 짧다.

어떤 지진에 대하여 관측소에서 측정한  $\frac{\text{진원 거리}}{\text{진앙 거리}}$ 가 1이면, 지진은 지표면에서 발생한 것이다.

09 그림은 12<sup>h</sup> 00<sup>m</sup> 00<sup>s</sup>에 발생한 어느 지진에 대하여 관측소 (가), (나), (다)에서 10초 동안 측정한 지진 기록을 나타낸 것이다. P파 속도와 S파 속도는 각각 일정하다.



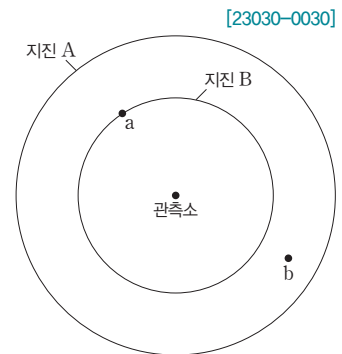
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 12<sup>h</sup> 00<sup>m</sup> 06<sup>s</sup>이다.
- ㄴ. 진원 거리는 (나)가 (가)의 2배이다.
- ㄷ. (가), (나), (다) 중 PS시가 가장 긴 관측소는 (다)이다.

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

10 그림은 서로 다른 두 지진 A, B에 대해 관측소에서 각각 구한 진원 거리를 반지름으로 하는 원을 그리고, 이를 이용하여 찾은 진앙의 위치를 a와 b로 나타낸 것이다. a, b는 각각 지진 A, B의 진앙 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

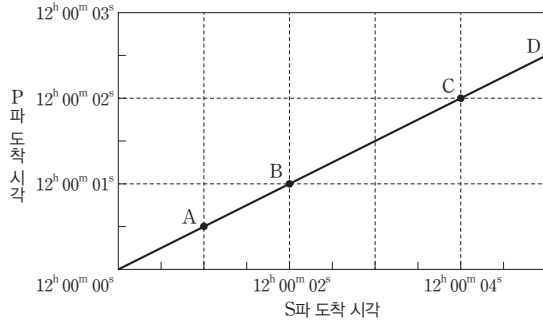
- ㄱ. PS시는 B보다 A가 더 길다.
- ㄴ. A의 진앙은 b이다.
- ㄷ. 관측소의  $\frac{\text{진원 거리}}{\text{진앙 거리}}$ 는 B보다 A가 더 크다.

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



11 그림은 12<sup>h</sup> 00<sup>m</sup> 00<sup>s</sup>에 발생한 지진의 P파와 S파가 A~D 관측소에 도착한 시각을 나타낸 것이다. P파 속도와 S파 속도는 각각 일정하다.

[23030-0031]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

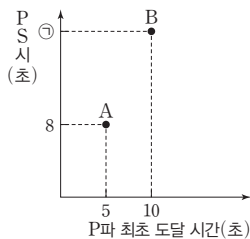
- ㄱ. A~D 중 PS시는 D에서 가장 길다.
- ㄴ. 진원 거리는 B가 C의 3배이다.
- ㄷ.  $\frac{\text{P파 속도}}{\text{S파 속도}} = 2$ 이다.

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

진원으로부터의 거리가 멀수록 PS시는 길고, 진원으로부터의 거리가 가까울수록 PS시는 짧다.

12 그림은 어느 지진에 의해 발생한 P파가 관측소 A와 B에 최초로 도달하는 데 걸린 시간과 PS시를, 표는 관측소 A와 B의 진원 거리를 나타낸 것이다. P파 속도와 S파 속도는 각각 일정하고, S파 속도는 2.5 km/s이다.

[23030-0032]



관측소	진원 거리
A	X
B	Y

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. P파 속도는 6.5 km/s이다.
- ㄴ. ㉠은 16이다.
- ㄷ. Y는 X의 2배이다.

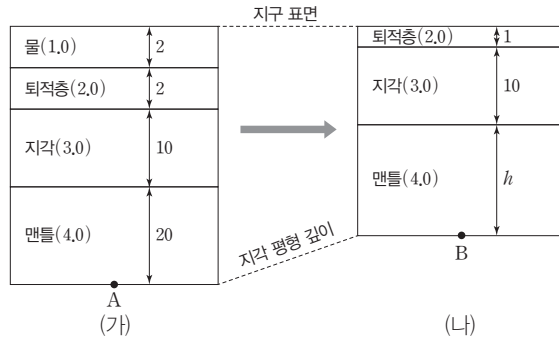
- ① ㄱ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

지진 기록에서 P파가 도달한 후 S파가 도달할 때까지의 시간 차를 PS시라고 한다. PS시를 이용하면 진원까지의 거리를 구할 수 있다.

[23030-0033]

어느 지역의 지각이 풍화와 침식을 받으면 모호면은 융기하고, 퇴적물 유입과 빙하의 생성 등으로 지각 위에 쌓이면 모호면은 침강한다.

13 그림 (가)와 (나)는 어느 지역에서 서로 다른 시기에 지구 표면에서 지각 평형 깊이까지의 연직 단면을 나타낸 것이다. ( )와  $\downarrow$ 의 숫자는 각각 물질의 밀도와 두께의 상대값을 나타낸 것이고, (가)와 (나) 시기 사이에 융기와 침강 중 하나가 일어났다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)와 (나) 시기 사이에 융기가 일어났다.
- ㄴ. A와 B에서 압력은 동일하다.
- ㄷ.  $h=21$ 이다.

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

[23030-0034]

밀도가 서로 같은 지각이 맨틀 위에 떠 있고, 지각의 해발 고도가 높을수록 해수면을 기준으로 한 모호면의 깊이가 깊어진다고 설명하는 것은 에어리의 지각 평형설이다.

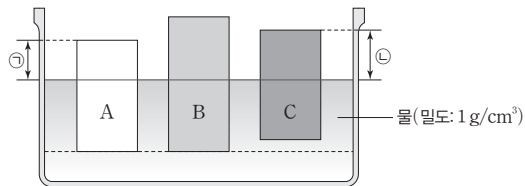
14 다음은 지각 평형의 원리를 알아보기 위한 실험을 나타낸 것이다.

[실험 과정]

- (가) 재질과 단면적이 같은 나무토막 A, B, C를 준비한다.
- (나) 물이 담긴 투명한 수조에 나무토막 A, B, C를 띄운다.
- (다) 나무토막 A, B, C의 수면 위부분 두께를 측정한다.

[실험 결과]

	나무토막 A	나무토막 B	나무토막 C
전체 두께	$h_1$	$h_2$	$h_1$
밀도	$\rho_1$	$\rho_2$	$\rho_2$



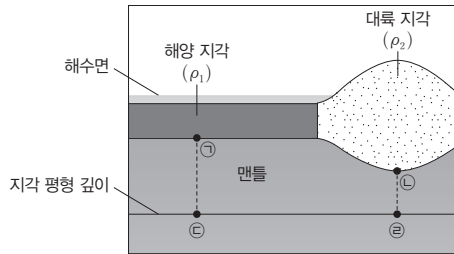
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 프래트설은 나무토막 A와 B의 실험 결과로 설명할 수 있다.
- ㄴ. 에어리설은 나무토막 B와 C의 실험 결과로 설명할 수 있다.
- ㄷ.  $\rho_1 : \rho_2 = (h_1 - \text{㉠}) : (h_2 - \text{㉡})$ 이다.

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

15 그림은 지각 평형을 이루고 있는 대륙 지각과 해양 지각의 연직 단면을 나타낸 것이다. [23030-0035]



밀도가 서로 다른 지각이 맨틀 위에 떠 있고, 밀도가 작은 지각일수록 지각의 해발 고도는 높지만 밀도에 관계없이 해수면을 기준으로 한 모호면의 깊이가 같다고 설명하는 것은 프래트의 지각 평형설이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 대륙 지각과 해양 지각에서의 모호면의 깊이는 모두 같다.
- ㄴ. ㉠~㉢ 중 압력이 가장 작은 지점은 ㉠이다.
- ㄷ. 평균 밀도는  $\rho_1$ 이  $\rho_2$ 보다 크다.

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

16 다음은 지각 평형의 원리를 알아보기 위한 실험을 나타낸 것이다. [23030-0036]

지각 평형설은 밀도가 작은 지각이 밀도가 큰 맨틀 위에 떠서 평형을 이룬다는 이론이다.

[준비물]

투명 수조, 자, 물(밀도  $1 \text{ g/cm}^3$ ), 단면적이 같은 나무토막 A, B, C

[실험 과정]

(가) 수조에 물을 채우고 나무토막 A와 B를 물에 띄운 후, ㉠ 나무토막 전체 두께와 수면 아랫부분의 두께를 측정한다.

(나) 나무토막 A 위에 밀도가  $\rho$ 이고 두께가  $h$ 인 나무토막 C를 올린 후, ㉡ 과정을 수행한다.

[실험 결과]

구분	(가)		(나)	
	A	B	A+C	B
나무토막 전체 두께(cm)	4	6	$4+h$	6
수면 아랫부분의 두께(cm)	2.4	3.6	3.6	3.6

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

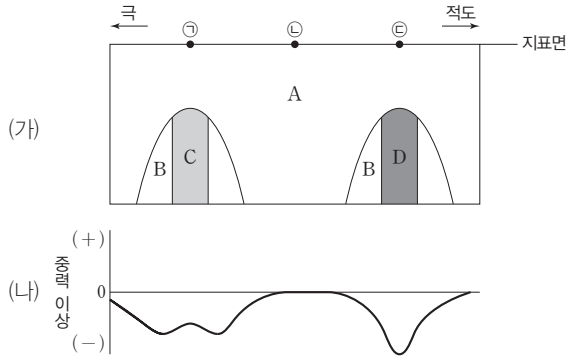
- ㄱ. 이 실험을 통해 조류 운동을 설명할 수 있다.
- ㄴ. 나무토막의 밀도는 A가 B보다 크다.
- ㄷ. 과정 (나)에서 나무토막 C의  $\rho h = 1.2$ 이다.

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

지구 타원체 내부의 밀도가 균일하다고 가정할 때 위도에 따라 달라지는 이론적인 중력값을 표준 중력이라고 한다.

[23030-0037]

17 그림 (가)는 남반구에서 가상의 지하 구조를, (나)는 (가)에 따른 중력 이상 분포를 나타낸 것이다. A~D는 밀도가 서로 다른 물질이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

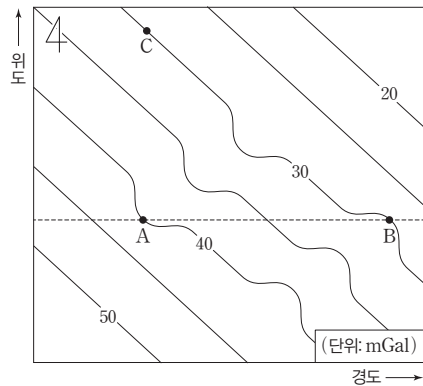
- ㄱ. ㉠ 지점에서 실측 중력은 표준 중력보다 크다.
- ㄴ. 표준 중력은 ㉡ 지점에서가 ㉢ 지점에서보다 크다.
- ㄷ. A~D 중 밀도는 D가 가장 작다.

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

실측 중력에서 표준 중력을 뺀 값을 중력 이상이라고 한다.

[23030-0038]

18 그림은 북반구 어느 지역의 중력 이상을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

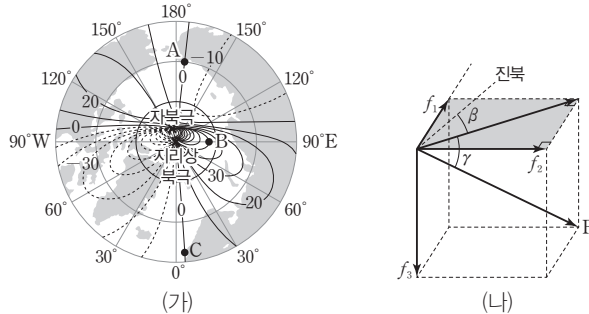
보기

- ㄱ. 동일한 단진자를 사용했을 때, 단진자의 주기는 B가 A보다 길다.
- ㄴ. B의 중력 이상값은 (-)이다.
- ㄷ. A, B, C의 표준 중력 방향은 모두 지구 중심 방향이다.

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

[23030-0039]

19 그림 (가)는 북극 주변의 편각과 북각 중 하나의 분포를, (나)는 서로 수직인 세 방향으로 측정한 지구 자기장의 세기  $f_1, f_2, f_3$ 와 전 자기력  $F$ 의 관계를 나타낸 것이다.  $f_3$ 은 수평면에 수직 방향이다.



어느 지점에서 진북 방향과 지구 자기장의 수평 방향이 이루는 각을 편각이라 하고, 지구 자기장의 방향이 수평면에 대하여 기울어진 각을 북각이라고 한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

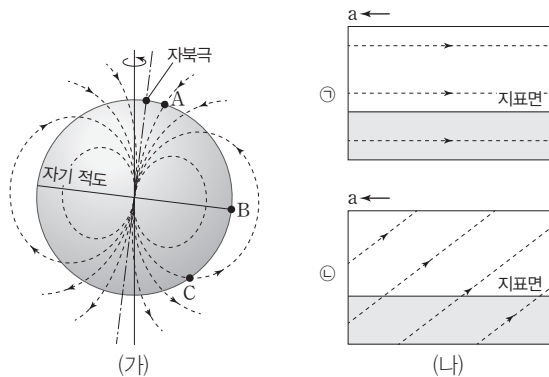
보기

ㄱ. (가)는 (나)의  $\gamma$ 의 분포이다.  
 ㄴ. A, B, C 중  $\beta$ 의 크기가 가장 큰 지점은 B이다.  
 ㄷ. A, B, C 중  $\frac{f_3}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}}$ 의 세기가 가장 작은 지점은 C이다.

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

[23030-0040]

20 그림 (가)는 지구의 자기장을, (나)는 A~C 중 어느 두 지역에서의 자기력선을 나타낸 것이다. a는 남과 북 중 하나이다.



어느 지점에서 지구 자기장의 세기를 전 자기력이라고 하며, 지구 자기장의 수평 성분의 세기를 수평 자기력, 연직 성분의 세기를 연직 자기력이라고 한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. a는 남이다.  
 ㄴ. ㉠은 C 지점에서의 자기력선이다.  
 ㄷ. A, B, C 중 수평 자기력이 가장 센 지점은 A이다.

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

### 개념 체크

#### ● 광물의 결정형과 형태

- 자형: 고유한 결정면을 가진 형태
- 반자형: 일부만 고유한 결정면을 가진 형태
- 타형: 고유한 결정면을 갖지 못한 형태

1. 석영, 장석 등과 같이 원자나 이온의 배열 상태가 규칙적이면 ( )질, 흑요석과 같이 원자나 이온의 배열 상태가 불규칙적이면 ( )질이다.

2. 광물에 X선을 투과시키면 규칙적으로 배열된 점무늬가 나타나는데, 이를 ( )라고 한다.

3. 흑운모는 ( )방향, 장석은 ( )방향, 방해석은 ( )방향의 쪼개짐이 발달한다.

4. 모스 굳기계의 광물 중 손톱에 의해 긁힐 수 있는 광물은 ( )과 ( )가 있다.

### 1 광물의 성질

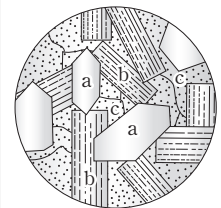
#### (1) 광물의 정의와 구조

① 광물: 암석을 이루는 무기물의 고체로, 광물마다 고유의 화학 조성 and 결정 구조가 있어 서로 다른 특징을 가진다. 암석을 이루는 대표적인 조암 광물로는 감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모, 장석, 석영 등이 있다.

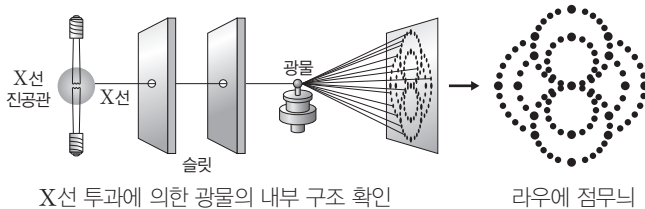
- 결정질: 원자나 이온의 배열 상태가 규칙적인 물질이다. 예) 석영, 장석 등 대부분의 광물
- 비결정질: 원자나 이온의 배열 상태가 불규칙적인 물질이다. 예) 단백질, 흑요석

② 광물의 결정형과 결정 형태: 광물의 독특한 외부 형태를 결정형이라 하고, 결정면의 배열에 따라 나타나는 광물의 여러 가지 모양을 결정 형태라고 한다.

자형(a)	고유한 결정면을 가진 형태로, 고온에서 정출된다.
반자형(b)	고온에서 먼저 생긴 광물의 부분적인 방해로 일부만 고유한 결정면을 가진 형태이다.
타형(c)	먼저 생긴 광물의 결정들 사이에서 성장하여 고유한 결정면을 갖지 못한 형태로, 저온에서 정출된다.



③ 광물의 내부 구조: 광물에 X선을 투과시키면 규칙적으로 배열된 점무늬가 나타나는데, 이를 라우에 점무늬라고 한다. 라우에 점무늬로 광물 내부의 원자나 이온의 배열 상태를 알 수 있다.



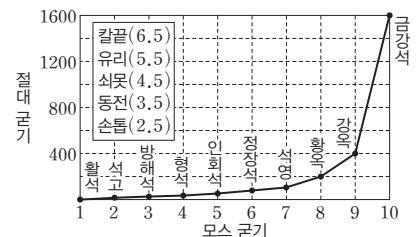
#### (2) 광물의 물리적 성질: 색, 조흔색, 쪼개짐과 깨짐, 굳기, 광택, 비중 등이 있다.

① 색: 순수한 광물이 갖는 고유의 색을 자색, 불순물이 섞여 달라진 색을 타색이라고 한다.

② 조흔색: 광물 가루의 색으로, 주로 조흔판에 긁어서 확인한다.

③ 쪼개짐과 깨짐: 광물에 충격을 가했을 때 결합력이 약한 부분을 따라 규칙성을 가지고 평탄하게 갈라지면 쪼개짐(예) 흑운모: 1방향, 장석: 2방향, 방해석: 3방향), 불규칙하게 부서지면 깨짐(예) 석영, 감람석)이라고 한다.

④ 굳기: 광물의 단단한 정도를 말한다. → 두 종류의 광물을 서로 마찰시킬 때의 상대적인 단단함을 나타내는 것으로, 모스 굳기계를 이용한다.



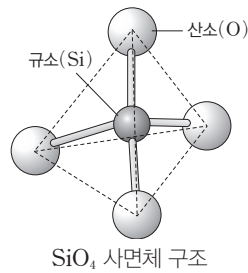
#### 정답

1. 결정, 비결정
2. 라우에 점무늬
3. 1, 2, 3
4. 활석, 석고

### (3) 광물의 분류

① **규산염 광물**: 1개의 규소와 4개의 산소가 결합된  $\text{SiO}_4$  사면체를 기본 단위로 하며,  $\text{SiO}_4$  사면체가 다른 이온과 결합되어 이루어진 광물이다.  $\rightarrow$  조암 광물의 대부분은 규산염 광물이다.

- $\text{SiO}_4$  사면체의 공유 산소 수는 저온에서 정출된 광물일수록 증가한다.
- Fe, Mg이 많이 함유된 광물(감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모)은 색이 어둡고 밀도가 크며, Si, Na, K이 많이 함유된 광물(장석, 석영)은 색이 밝고 밀도가 작다.



구분	독립형 구조	단사슬 구조	복사슬 구조	판상 구조	망상 구조
Si : O	1 : 4	1 : 3	4 : 11	2 : 5	1 : 2
광물	감람석	휘석	각섬석	흑운모	석영
	$(\text{Mg, Fe})_2 - \text{SiO}_4$	$(\text{Mg, Fe}) - \text{SiO}_3$	$\text{Ca}_2(\text{Mg, Fe})_5 - (\text{Al, Si})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	$\text{K}(\text{Mg, Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	$\text{SiO}_2$
결합 구조					

② **비규산염 광물**: 규산염 광물을 제외한 원소 광물, 산화 광물, 황화 광물, 탄산염 광물 등을 비규산염 광물이라고 한다.

구분	음이온	예
원소 광물	—	금강석(C), 흑연(C), 금(Au)
황화 광물	$\text{S}^{2-}$	황철석( $\text{FeS}_2$ )
산화 광물	$\text{O}^{2-}$	자철석( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )
할로젠화 광물	$\text{F}^-, \text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{I}^-$	암염( $\text{NaCl}$ )
탄산염 광물	$\text{CO}_3^{2-}$	방해석( $\text{CaCO}_3$ )
황산염 광물	$\text{SO}_4^{2-}$	중정석( $\text{BaSO}_4$ )
인산염 광물	$\text{PO}_4^{3-}$	인회석( $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{F, Cl, OH})]$ )

- 원소 광물은 다른 원소와 결합하지 않고 한 종류의 원소만으로 산출되는 광물로서, 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 황(S) 등이 있다.
- 산화 광물은 자철석( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), 적철석( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), 강옥( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 등과 같이 산소가 금속 원소와 결합된 화합물이다.
- 탄산염 광물은  $\text{CO}_3^{2-}$ 을 포함하는 광물로, 방해석과 같은 탄산염 광물에 묽은 염산을 떨어뜨리면 이산화 탄소 기포가 발생한다.
  - $\rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2(\uparrow)$

#### 개념 체크

- **규산염 광물**:  $\text{SiO}_4$  사면체를 기본 단위로 하며,  $\text{SiO}_4$  사면체가 다른 이온과 결합되어 이루어진 광물
- **유색(어두운색) 광물의 예**: 감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모
- **무색(밝은색) 광물의 예**: 사장석, 정장석, 석영

1. 감람석은 Si : O = 1 : 4. 휘석은 Si : O = (    ), 각섬석은 Si : O = (    ), 흑운모는 Si : O = (    ), 석영은 Si : O = (    )이다.
2. 비규산염 광물 중 방해석은 (    ) 광물, 자철석은 (    ) 광물, 금강석, 흑연, 금은 (    ) 광물에 속한다.
3. 탄산염 광물에 묽은 염산을 떨어뜨리면 (    ) 기포가 발생한다.

#### 정답

1. 1 : 3, 4 : 11, 2 : 5, 1 : 2
2. 탄산염, 산화, 원소
3. 이산화 탄소

개념 체크

● 투명 광물과 불투명 광물

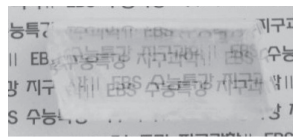
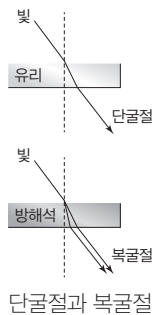
- 투명 광물: 박편 상태에서 빛이 투과하는 광물
- 불투명 광물: 박편 상태에서 빛이 투과하지 못하는 광물

1. 복굴절은 빛이 투명 광물을 통과할 때 진동 방향이 서로 ( )인 두 개의 광선으로 나뉘어 굴절하는 현상이다.
2. 광물 내에서 방향에 관계없이 빛의 통과 속도가 일정한 광물은 광학적 ( )이고, 속도가 달라져 굴절률에 차이가 생기는 광물은 광학적 ( )이다.
3. 다색성은 ( ) 니콜에서 회전시킬 때, 광물의 색과 밝기가 일정한 범위에서 변하는 현상이다.
4. 간섭색은 ( ) 니콜에서 관찰되는 색으로, 복굴절된 빛의 간섭에 의해 생긴다.

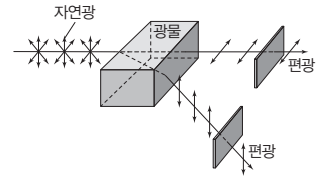
2 편광 현미경을 이용한 광물 관찰

(1) 광물의 광학적 성질

- ① 투명 광물과 불투명 광물: 석영, 장석 등과 같은 비금속 광물은 얇게 가공하면 빛을 투과시키므로 투명 광물이라고 한다. 한편 금, 은 등의 금속 광물은 얇게 가공하더라도 빛을 투과시키지 못하므로 불투명 광물이라고 한다.
- ② 복굴절: 빛이 투명 광물을 통과할 때 진동 방향이 서로 수직인 두 개의 광선으로 나뉘어 굴절하는 현상이다. 빛이 두 갈래로 갈라져 굴절되기 때문에 광물 아래의 물체가 이중으로 보인다.
  - 광학적 등방체: 광물 내에서 방향에 관계없이 빛의 통과 속도가 일정한 광물로, 단굴절을 일으킨다. 예) 석류석, 금강석, 암염 등
  - 광학적 이방체: 광물 내에서 방향에 따라 빛의 통과 속도가 달라져서 굴절률에 차이가 생기는 광물로, 복굴절을 일으킨다. 예) 방해석, 흑운모 등



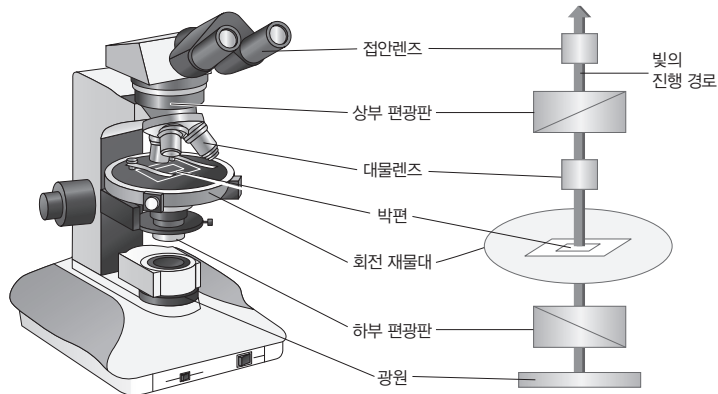
방해석의 복굴절



복굴절의 원리

(2) 편광 현미경을 이용한 광물 관찰

- ① 편광 현미경의 구조: 상부 편광판을 켜 상태를 개방 니콜, 상부 편광판을 넣은 상태를 직교 니콜이라고 한다.



편광 현미경

② 편광 현미경을 이용한 광물 관찰

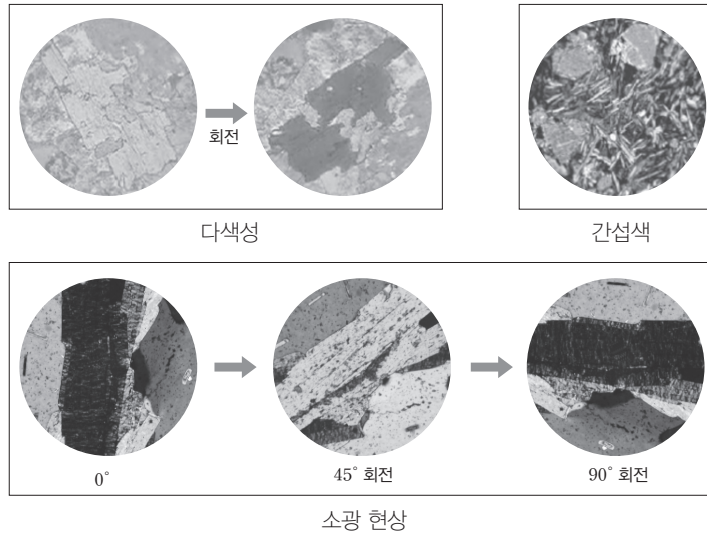
- 다색성: 개방 니콜에서 유색의 광학적 이방체 광물의 박편을 재물대 위에 놓고 회전시킬 때, 광물의 색과 밝기가 일정한 범위에서 변하는 현상이다.
- 간섭색: 직교 니콜에서 광학적 이방체 광물의 박편을 재물대 위에 놓았을 때 관찰되는 색으로, 복굴절된 빛의 간섭에 의해 생긴다.

정답

1. 수직
2. 등방체, 이방체
3. 개방
4. 직교



- 소광 현상: 직교 니콜에서 광학적 이방체 광물의 박편을 재물대 위에 놓고 회전시키면 간섭색이 변하는데, 어느 각도에서는 빛이 통과하지 않는 소광 현상이 일어난다. 재물대를 회전시킬 때 90° 간격으로 소광 현상이 일어난다. ➔ 광학적 등방체를 직교 니콜에서 관찰하면 완전 소광이 일어난다.



### 개념 체크

#### ① 화성암의 조직

- 유리질 조직: 대부분 결정이 없는 조직
- 세립질 조직: 결정의 크기가 매우 작은 조직
- 조립질 조직: 입자의 크기가 크고 비교적 고른 조직
- 반상 조직: 유리질 조직이나 세립질 조직 바탕에 결정의 크기가 큰 반정이 섞여 있는 조직

1. 직교 니콜에서 광학적 이방체 광물의 박편을 재물대 위에 놓고 회전시키면, 어느 각도에서 빛이 통과하지 않는 ( ) 현상이 일어난다.

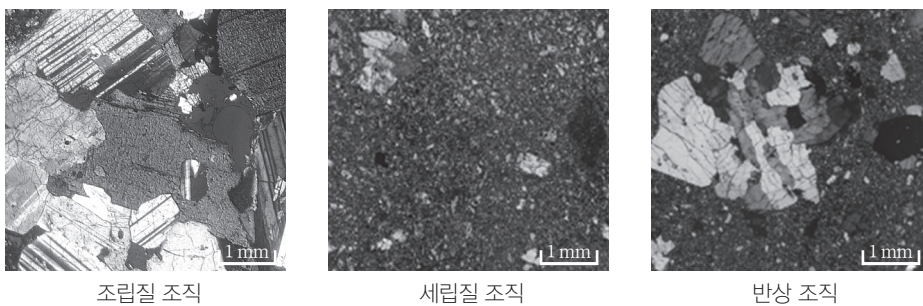
2. 직교 니콜에서 광학적 이방체 광물을 회전시킬 때 소광은 ( )마다 나타난다.

3. 화강암에서는 입자의 크기가 크고 비교적 고른 ( ) 조직을 관찰할 수 있고, 화산암에서는 결정의 크기가 매우 작은 ( ) 조직을 관찰할 수 있다.

### 3 암석의 조직과 분류

#### (1) 화성암

① 화성암의 조직: 심성암에서는 입자의 크기가 크고 비교적 고른 조립질 조직을 관찰할 수 있고, 화산암에서는 대부분 결정이 없는 유리질 조직이나 결정의 크기가 매우 작은 세립질 조직을 관찰할 수 있다. 또, 반심성암에서는 유리질 조직이나 세립질 조직 바탕에 결정의 크기가 큰 반정이 섞여 있는 반상 조직을 관찰할 수 있다.



#### ② 화성암의 분류

조직에 의한 분류		화학 조성에 의한 분류			
		염기성암	중성암	산성암	
성질	SiO <sub>2</sub> 함량	적음 ← 52 %	→ 63 %	→ 많음	
	색	어두운색 ←	중간	→ 밝은색	
조직	원소	Ca, Fe, Mg		Na, K, Si	
	냉각 속도	→ 큼		작음	
화산암	세립질 조직	빠르다	현무암	안산암	유문암
심성암	조립질 조직	느리다	반려암	섬록암	화강암

#### 정답

1. 소광
2. 90
3. 조립질, 세립질

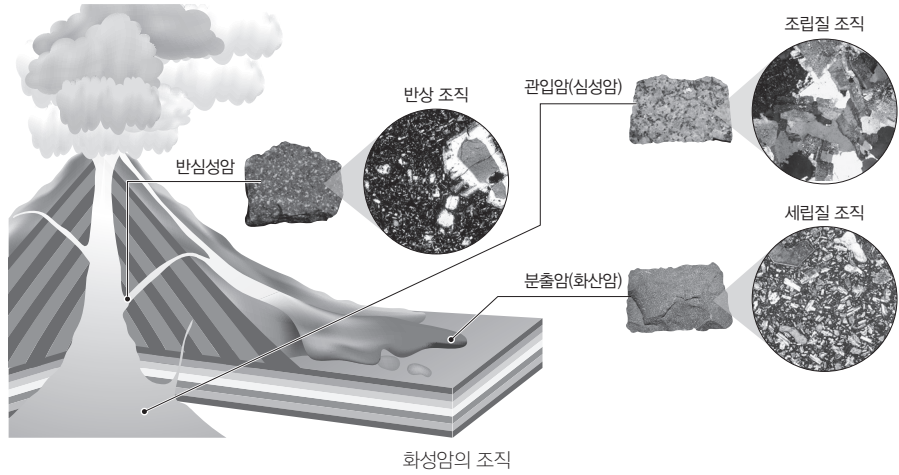
개념 체크

- **쇄설성 퇴적암:** 역암, 사암, 셰일 등
- **화학적 퇴적암:** 석회암, 백운암 (돌로스톤), 석고, 암염, 처트 등
- **유기적 퇴적암:** 석탄, 석회암, 처트 등

1. 화산암의 조직은 주로 ( )질 조직, 심성암의 조직은 ( )질 조직이다.
2. 암석이나 광물의 조직이 퇴적되어 만들어진 퇴적암은 ( ) 퇴적암이다.
3. 물에 녹아 있던 물질이 침전되어 만들어진 퇴적암은 ( ) 퇴적암이다.



과학 돋보기 | 마그마의 냉각 속도와 화성암의 조직

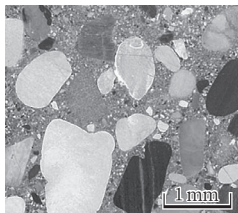


- 화성암의 조직 차이는 마그마의 냉각 속도와 관련이 있다.
- 유리질 조직이나 세립질 조직은 마그마가 지표 부근에서 빠르게 식어 형성되며, 비결정질이거나 결정이 매우 작다.
  - ➔ 유리질 조직 및 세립질 조직은 화산암의 특징
- 반상 조직은 지하 깊은 곳에서 서서히 식어가던 마그마가 상승하여 빠르게 식어 형성된다. ➔ 큰 입자를 반정, 작은 입자를 석기라고 한다.
- 조립질 조직은 마그마가 지하 깊은 곳에서 천천히 식어 형성되며, 입자가 크고 비교적 고르다. ➔ 조립질 조직은 심성암의 특징

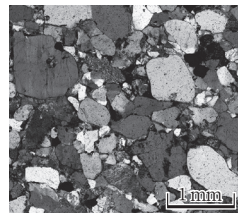
(2) 퇴적암

① 퇴적암의 조직

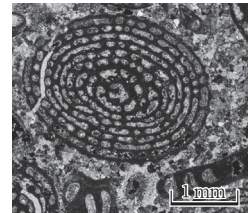
- **쇄설성 퇴적암:** 지표에 노출된 암석이 풍화 작용을 받아 생긴 쇄설물들이 운반된 후 퇴적되어 형성된다. ➔ 역암, 사암, 셰일 등의 쇄설성 퇴적암을 관찰하면 입자의 모서리가 마모되어 있고, 입자 사이에 방해석, 점토 광물, 불투명 광물 등의 교결 물질이 채워져 있는 쇄설성 조직을 볼 수 있다. 또한 퇴적물들이 평행한 층상 구조를 이루는데, 이를 층리라고 한다.
- **화학적 퇴적암:** 화학적 풍화 작용으로 생성된 이온 등의 반응으로 광물이 침전하여 생성된다. ➔ 흔히 해양 환경에서 생성되며 침전에 의해 형성된 석회암, 건조한 기후에서 바닷물의 증발로 만들어진 석고, 암염 등이 있다.
- **유기적 퇴적암:** 해양 환경에서 탄산칼슘이나 생물체의 유해가 가라앉아 형성된다. ➔ 석회암을 관찰하면 크고 작은 탄산칼슘의 입자들 사이에 생물의 골격이나 껍데기의 파편이 관찰되는 경우가 많다.



쇄설성 조직(역암)



쇄설성 조직(사암)



비쇄설성 조직(화석이 포함된 석회암)

정답

1. 세립, 조립
2. 쇄설성
3. 화학적

## ② 퇴적암의 분류

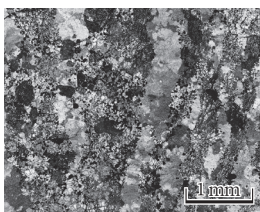
입자의 크기	퇴적물	퇴적암	
2 mm 이상	자갈	역암, 각력암	
$\frac{1}{16} \sim 2$ mm	모래	사암	
$\frac{1}{256} \sim \frac{1}{16}$ mm	실트	이암, 세일	실트암
$\frac{1}{256}$ mm 이하	점토		점토암

기원 물질	퇴적암	주 화학 성분
식물체	석탄	C
산호, 패각류, 방추충	석회암	CaCO <sub>3</sub>
규질 생명체	규조토, 처트	SiO <sub>2</sub>

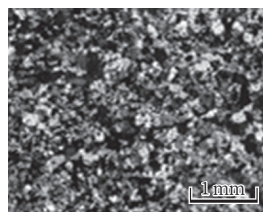
## (3) 변성암

### ① 변성암의 조직

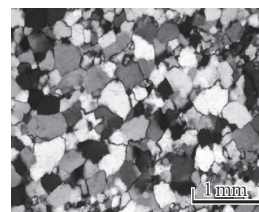
- 변성암은 지하 깊은 곳에서 열과 압력을 받아 생성된 광역 변성암과 마그마의 접촉부에서 주로 열을 받아 생성된 접촉 변성암이 있다.
- 광역 변성암에서는 암석이 고온·고압 상태에서 새로운 온도와 압력 조건에 맞는 광물이 만들어지거나 광물의 크기가 커지는 재결정 작용이 일어난다. 또, 흑운모나 백운모와 같은 판상의 광물이 압력에 수직인 방향으로 나란하게 배열된 엽리(편리, 편마 구조)를 볼 수 있다. 세일이 열과 압력을 받아 생성된 변성암은 변성 정도가 증가함에 따라 세립질의 입장에서 조립질의 입자로 변환 것을 볼 수 있다.
- 접촉 변성암에서는 치밀하고 단단한 혼펠스 조직이나, 입자의 크기가 비슷하고 조립질로 구성된 입상 변정질 조직이 나타난다.



엽리



혼펠스 조직



입상 변정질 조직

### ② 변성암의 분류

변성 작용	원암	변성암
접촉 변성 작용	세일	혼펠스
	사암	규암
	석회암	대리암
광역 변성 작용	세일	점판암(슬레이트) → 천매암 → 편암 → 편마암
	사암	규암
	석회암	대리암
	화강암	화강 편암 → 화강 편마암

### 개념 체크

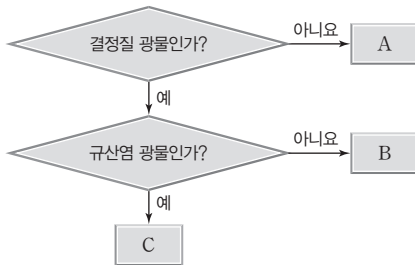
- **접촉 변성 작용:** 마그마의 접촉부를 따라 일어나는 변성 작용  
→ 혼펠스 조직이나 입상 변정질 조직 발달
- **광역 변성 작용:** 조산 운동이 일어나는 지역에서 열과 압력에 의해 일어나는 변성 작용 → 엽리(편리, 편마 구조) 발달

1. 광역 변성암에서 광물이 일정한 방향으로 배열된 조직을 ( )라고 한다.
2. 규암과 대리암에서와 같이 크기가 비슷하고 비교적 조립질의 광물이 맞물린 조직을 ( ) 조직이라고 한다.
3. 엽리가 발달한 편암과 편마암은 ( ) 변성암이다.

#### 정답

1. 엽리
2. 입상 변정질
3. 광역

**01** 그림은 방해석, 장석, 흑요석을 광물의 특징에 따라 구분한 것이다. [23030-0041]



A, B, C에 해당하는 광물을 옳게 짝 지은 것은?

- |          |          |          |
|----------|----------|----------|
| <u>A</u> | <u>B</u> | <u>C</u> |
| ① 흑요석    | 장석       | 방해석      |
| ② 흑요석    | 방해석      | 장석       |
| ③ 방해석    | 장석       | 흑요석      |
| ④ 방해석    | 흑요석      | 장석       |
| ⑤ 장석     | 방해석      | 흑요석      |

**02** 표는 광물 A, B, C의 SiO<sub>4</sub> 사면체 결합 구조의 일부를 나타낸 것이다. A, B, C는 각각 감람석, 석영, 흑운모 중 하나이다. [23030-0042]

광물	A	B	C
결합 구조	<p>규소(Si) 산소(O)</p>		

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

**보기**

ㄱ. 광물의 색이 가장 어두운 것은 C이다.  
 ㄴ. Si 원자 수는 B가 가장 크다.  
 O 원자 수는  
 ㄷ. A와 C는 깨짐이 발달한다.

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

**03** 표는 광물 (가), (나), (다)의 사진과 화학식을 나타낸 것이다. [23030-0043]

광물	(가)	(나)	(다)
사진			
화학식	C	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	NaCl

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

**보기**

ㄱ. (가)는 원소 광물이다.  
 ㄴ. (나)는 규산염 광물이다.  
 ㄷ. (다)에 X선을 투과시키면 규칙적으로 배열된 점무늬가 나타나지 않는다.

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

**04** 다음은 학생들이 간섭색, 다색성, 소광 현상에 대해 나누는 대화이다. [23030-0044]

개방 니콜에서 유색의 광학적 이방체 광물의 색과 밝기가 변하는 현상이야.

직교 니콜에서 광학적 이방체 광물에서 관찰되는 색이야.

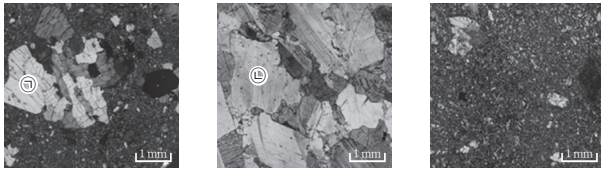
직교 니콜에서 광학적 이방체 광물의 박편을 회전시킬 때, 어느 각도에서 빛이 통과하지 않는 현상이야.

학생 A                      학생 B                      학생 C

학생 A, B, C가 말한 광물의 광학적 성질을 옳게 짝 지은 것은?

- |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|
| <u>학생 A</u> | <u>학생 B</u> | <u>학생 C</u> |
| ① 소광 현상     | 간섭색         | 다색성         |
| ② 간섭색       | 다색성         | 소광 현상       |
| ③ 간섭색       | 소광 현상       | 다색성         |
| ④ 다색성       | 소광 현상       | 간섭색         |
| ⑤ 다색성       | 간섭색         | 소광 현상       |

**05** 그림 (가), (나), (다)는 직교 니콜에서 관찰한 화성암의 박편 사진과 조직을 나타낸 것이다. [23030-0045]



(가) 반상 조직      (나) 조립질 조직      (다) 세립질 조직

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. ㉠은 반정이다.
  - ㄴ. ㉡은 광학적 등방체이다.
  - ㄷ. (다)는 (나)보다 지하 깊은 곳에서 냉각되어 생성되었다.

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

**06** 다음은 편광 현미경을 이용하여 광물을 관찰하는 실험이다. [23030-0046]

[실험 과정]

(가) 편광 현미경의 ㉠상부 편광판을 뺀 상태에서 재물대 위에 광물 A의 박편을 올려놓고 관찰한다.

(나) 편광 현미경의 상부 편광판을 끼운 상태에서 재물대 위에 광물 A의 박편을 올려놓고 회전시키면서 관찰한다.

[실험 결과]

- (가)에서 광물 A의 결정이 하얗거나 우윳빛으로 보인다.
- (나)에서 재물대를 회전시키기에 따라 검은색, 흰색, 갈색 등으로 탁하게 보이며, 소광 현상이 나타난다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. ㉠은 직교 니콜이다.
  - ㄴ. 광물 A는 간섭색을 관찰할 수 없다.
  - ㄷ. 광물 A는 광학적 이방체이다.

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

**07** 표는 편광 현미경의 재물대를 돌리면서 변성암 박편을 관찰한 것이다. A와 B는 각각 석류석과 흑운모 중 하나이다. [23030-0047]

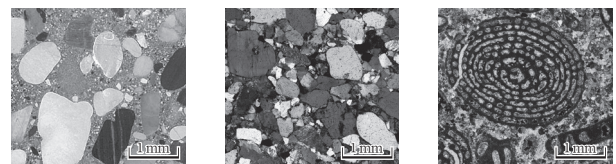
구분	개방 니콜	직교 니콜
0°		
45°		

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. A를 통과하는 빛은 진행 방향에 따라 속도가 달라진다.
  - ㄴ. B는 소광 현상이 나타난다.
  - ㄷ. A와 B 모두 간섭색이 나타난다.

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

**08** 그림 (가), (나), (다)는 직교 니콜에서 관찰한 퇴적암의 박편 사진을 나타낸 것이다. [23030-0048]



(가) 역암                      (나) 사암                      (다) 석회암

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. (가)가 생성될 때 교결 작용이 일어났다.
  - ㄴ. (나)는 화학적 퇴적암이다.
  - ㄷ. (다)는 쇄설성 조직을 관찰할 수 있다.

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

[23030-0049]

규산염 광물은 1개의 규소와 4개의 산소가 결합된  $\text{SiO}_4$  사면체를 기본 단위로 하며,  $\text{SiO}_4$  사면체가 다른 이온과 결합되어 이루어진 광물이다.

### 01 표는 주요 규산염 광물의 결합 구조와 특징을 나타낸 것이다.

구조	독립형	단사슬	복사슬	판상	망상
Si:O	1:4	1:3	①	2:5	1:2
결합 구조					

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ①은 4 : 11이다.

ㄴ.  $\frac{\text{O 원자 수}}{\text{Si 원자 수}}$ 의 값이 큰 규산염 광물일수록 낮은 온도에서 정출된다.

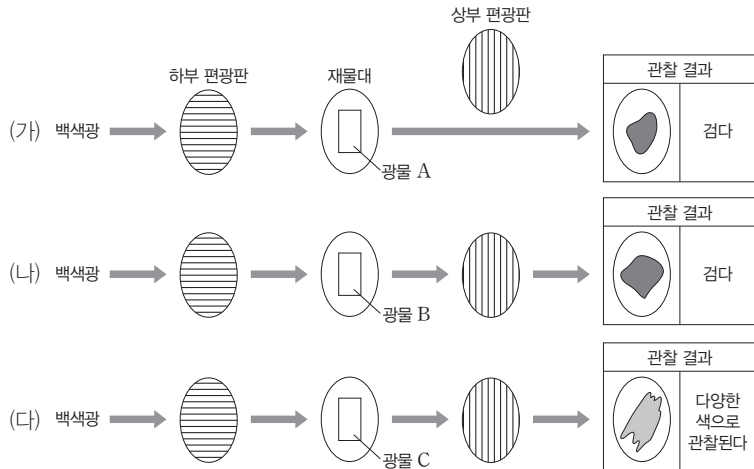
ㄷ. 석영은 독립형 구조를 가진다.

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

상부 편광판을 뺀 상태를 개방 니콜, 상부 편광판을 넣은 상태를 직교 니콜이라고 한다.

### 02 그림 (가), (나), (다)는 편광 현미경으로 광물 A, B, C를 관찰할 때 빛의 진행 모습을 단순하게 나타낸 것이다. 광물 A, B, C는 각각 금, 석류석, 흑운모 중 하나이다.

[23030-0050]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

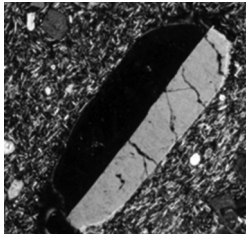
ㄱ. (가)에서 광물 A의 다색성을 관찰할 수 있다.

ㄴ. (나)에서 광물 B는 복굴절을 일으킨다.

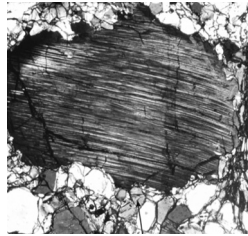
ㄷ. (다)에서 광물 C의 간섭색을 관찰할 수 있다.

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

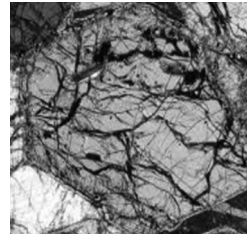
**03** 그림 (가), (나), (다)는 각각 규산염 광물인 사장석, 휘석, 감람석을 직교 니콜에서 관찰하여 나타낸 것이다.



(가) 사장석



(나) 휘석



(다) 감람석

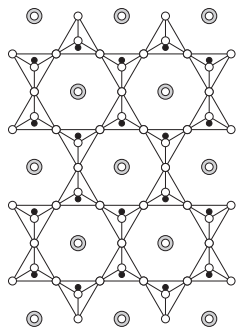
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

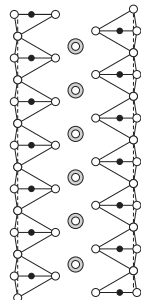
- ㄱ.  $\frac{O \text{ 원자 수}}{Si \text{ 원자 수}}$  는 사장석이 가장 크다.
- ㄴ. 세 광물 모두 쪼개짐이 나타난다.
- ㄷ. 세 광물 모두 투명 광물이다.

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

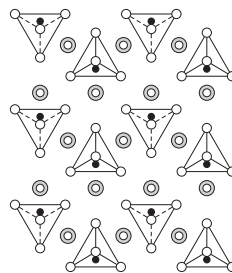
**04** 그림 (가), (나), (다)는 어느 화강암을 구성하는 주요 규산염 광물의 결정 구조를 모식적으로 나타낸 것이다. (가), (나), (다)는 각각 감람석, 휘석, 흑운모 중 하나이다.



(가)



(나)



(다)

● Si  
○ O  
◎ Mg, Fe, Ca 등

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 이 암석은 화강암이다.
- ㄴ. (나)는 광학적 이방체이다.
- ㄷ. 가장 고온에서 형성되는 광물은 (다)이다.

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

석영, 장석 등과 같은 비금속 광물은 빛을 투과시킬 수 있으므로 투명 광물, 금, 은 등과 같은 금속 광물은 빛을 투과시키지 못하므로 불투명 광물이라고 한다.

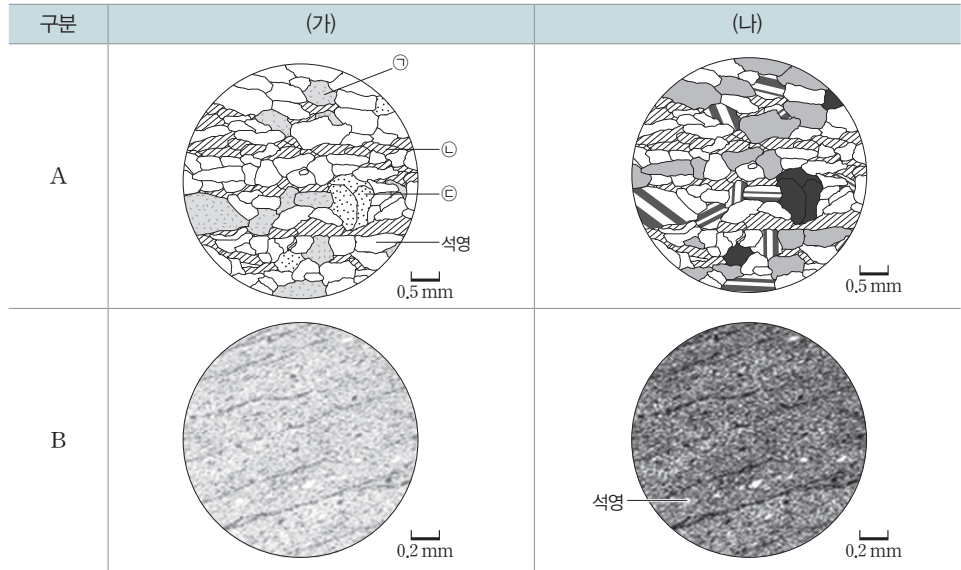
화강암은 주로 석영, 장석 등으로 이루어져 있고, 현무암은 주로 장석, 휘석, 각섬석 등으로 이루어져 있다.

개방 니콜에서 유색의 광학적 이방체 광물의 박편을 재물대 위에 놓고 회전시킬 때, 광물의 색과 밝기가 일정한 범위에서 변하는 현상을 다색성이라고 한다.

광역 변성암에서는 흑운모나 백운모와 같은 판상의 광물이 압력에 수직인 방향으로 나란하게 배열된 엽리(편리, 편마 구조)를 볼 수 있다.

[23030-0053]

05 표의 (가)와 (나)는 개방 니콜과 직교 니콜에서 관찰한 변성암 A와 B의 모습을 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠, ㉡, ㉢은 각각 사장석, 석류석, 흑운모 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

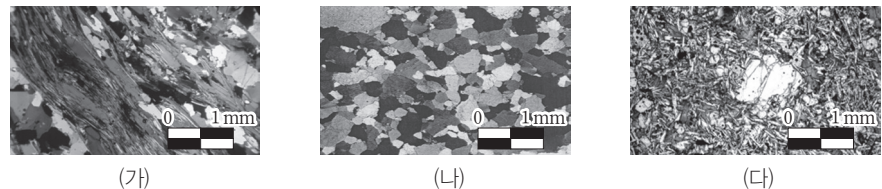
보기

- ㄱ. 다색성은 (가)에서 관찰된다.
- ㄴ. ㉠과 ㉡은 복굴절을 일으킨다.
- ㄷ. A와 B 모두 엽리를 관찰할 수 있다.

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

[23030-0054]

06 그림 (가), (나), (다)는 각각 사암, 유문암, 편마암의 박편 사진을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

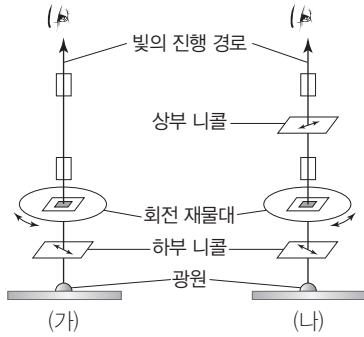
- ㄱ. (가)는 편마암, (나)는 사암이다.
- ㄴ. (나)는 주로 불투명 광물로 구성되어 있다.
- ㄷ. (다)는 지표 부근에서 빠르게 식어 생성되었다.

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



[23030-0055]

**07** 그림 (가)와 (나)는 편광 현미경으로 광물의 박편을 관찰하는 모습을, 표는 광물 A, B, C의 관찰 결과를 나타낸 것이다. 광물 A, B, C는 각각 감람석, 암염, 흑운모 중 하나이다.



관찰 방법	광물 A	광물 B	광물 C
(가)	<ul style="list-style-type: none"> <li>투명하게 보임</li> <li>특별한 색깔 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>투명하게 보임</li> <li>특별한 색깔 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>갈색 또는 녹색 갈색으로 보임</li> </ul>
(나)	<ul style="list-style-type: none"> <li>항상 검게 보임</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>소광 현상이 나타남</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>분홍색, 녹색 등 다양한 색깔이며 소광 현상이 나타남</li> </ul>

직교 니콜에서 광학적 이방체 광물의 박편을 재물대 위에 놓고 회전시키면 간섭색이 변하는데, 어느 각도에서는 빛이 통과하지 않는 소광 현상이 일어난다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

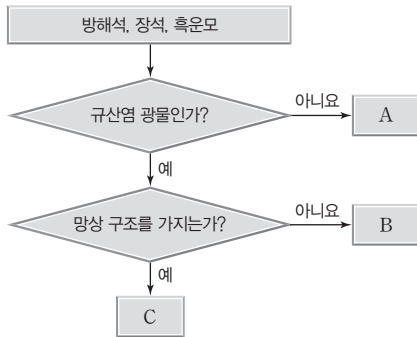
보기

ㄱ. (가)는 개방 니콜, (나)는 직교 니콜이다.  
 ㄴ. (나)에서 광물 B를 통과하는 빛은 진행 방향에 따라 속도가 달라진다.  
 ㄷ. 광물 B와 C는 (나)에서 재물대를 360° 회전시키는 동안 소광 현상이 4회 나타난다.

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

[23030-0056]

**08** 그림은 세 광물을 특성에 따라 구분하는 과정을, 표는 세 광물의 특징을 나타낸 것이다.



구분	A	B	C
쪼개짐	㉠ 방향	1방향	㉡ 방향
Si : O	×	㉢	1 : 2

광물에 충격을 가했을 때 결합력이 약한 부분을 따라 규칙성을 가지고 평탄하게 갈라지면 쪼개짐이 발달한 광물(흑운모, 장석, 방해석 등)이고, 불규칙하게 부서지면 깨짐이 발달한 광물(석영, 감람석 등)이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A, B, C 모두 직교 니콜에서 간섭색을 관찰할 수 있다.  
 ㄴ. ㉢은 4 : 11이다.  
 ㄷ. ㉠+㉡은 4이다.

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

## 개념 체크

● **마그마**: 지구 내부에서 암석이 자연적인 과정으로 용융 내지는 부분 용융된 물질로서, 가스 및 결정이 포함되어 있다.

● **페그마타이트(pegmatite)**: 심성암을 함유하는 암맥에서 발견되는 입자가 큰 조립질 화성암이다. 렌즈 모양의 덩어리로 소규모로 존재한다.

1. 광물이 채굴이 가능할 정도로 농집되어 있는 장소를 ( )이라고 한다.
2. ( )은 광상에서 채굴한 경제성이 있는 암석이다.
3. ( ) 광상은 마그마 냉각 말기에 마그마가 주변의 암석을 뚫고 들어가서 형성된 광상이다.
4. 기성 광상은 마그마에 있던 ( )와 휘발 성분이 주위의 암석을 뚫고 들어가 일부를 녹이고 침전하여 형성된 광상이다.
5. 정마그마 광상, 페그마타이트 광상, 기성 광상, 열수 광상은 ( ) 광상에 해당한다.

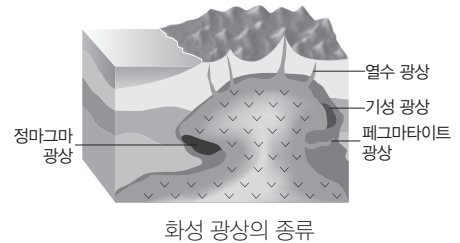
## 1 광상

## (1) 자원과 광상

- ① **지하자원**: 자원은 인간 활동과 생산에 필요한 모든 것으로, 인간에게 유용하고 가치 있는 물질 및 에너지로 쓸 수 있는 원료를 말한다. 특히 땅속에 묻혀 있는 채취 가능한 자원을 지하자원이라고 한다.
- ② **광물 자원**: 여러 종류의 자원 중 금, 구리, 아연과 같은 금속 광물과 고령토, 석회석과 같은 비금속 광물을 통칭하여 광물 자원이라고 한다.
- ③ **광상과 광산**: 광물 자원이 지각 내에 채굴이 가능할 정도로 농집되어 있는 장소를 광상이라고 하고, 광상에서 채굴한 경제성이 있는 암석을 광석이라고 한다. 광상에서 광석을 채굴하는 곳을 광산이라고 한다.

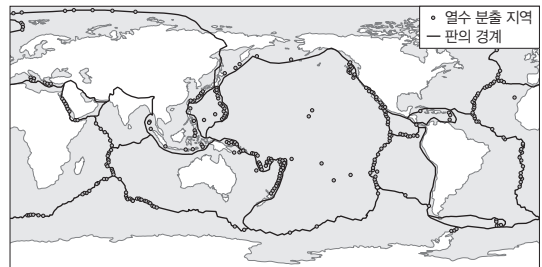
(2) **화성 광상**: 마그마가 냉각되는 과정에서 마그마 속에 포함된 유용한 원소들이 분리되거나 한 곳에 집적되어 형성되는 광상을 화성 광상이라고 한다.

- ① **정마그마 광상**: 고온의 마그마가 냉각되는 초기에 용융점이 높고 밀도가 큰 광물들이 정출되어 형성된 광상으로 자철석, 크로뮴철석, 백금, 니켈 등이 산출된다.
- ② **페그마타이트 광상**: 마그마 냉각 말기에 마그마가 주변의 암석을 뚫고 들어가서 형성된 광상으로 석영, 장석, 운모, 녹주석 등의 광물과 희토류 원소들이 산출된다. 이 광상에는 석영·운모 광상, 리튬·베릴륨 광상, 희유 원소 광물의 광상, 녹주석·전기석 등의 보석 광상과 철, 텅스텐, 몰리브데넘, 금 등의 금속 광물 광상이 있다.
- ③ **기성 광상**: 마그마에 있던 수증기와 휘발 성분이 주위의 암석을 뚫고 들어가 일부를 녹이고 침전하여 형성된 광상으로 주석, 몰리브데넘, 망가니즈, 텅스텐 등이 산출된다.
- ④ **열수 광상**: 마그마가 냉각되면서 여러 가지 광물이 정출되고 남은 열수 용액이 주변 암석의 틈을 따라 이동하여 형성된 광상으로 석영맥과 함께 금, 은, 구리, 납, 아연 등을 포함하는 광물이 산출된다.



## 과학 돋보기 | 해저 열수 광상

지하로 스며든 해수가 마그마의 영향으로 변화된 열수 용액이 만들어지고, 이 용액이 순환되는 과정에 의해 형성되는 광상을 해저 열수 광상이라고 한다. 해저 열수 광상은 주로 중앙 해령의 정상부, 해구와 호상 열도의 주변부에서 연간 수십 cm에서 수 m의 속도로 생성된다.



열수 분출 지역과 판의 경계

## 정답

1. 광상
2. 광석
3. 페그마타이트
4. 수증기
5. 화성

**(3) 퇴적 광상:** 지표의 광상이나 암석이 풍화, 침식, 운반되는 과정 중에 유용 광물이 집중적으로 집적되어 형성된 광상이다.

① 표사 광상: 광상이나 암석 중에 있던 광물들이 풍화 작용으로 분리되고 침식 작용으로 깎여 나가 강바닥으로 운반된 후, 모래 사이로 가라앉아 진흙층이나 기반암 위에 모여서 만들어진 광상이다. 표사 광상에서는 금이나 백금, 금강석, 주석 등이 산출된다.



사금 채취

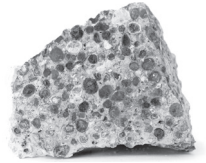


금강석 채취

② 풍화 잔류 광상: 기존의 암석이 풍화 작용을 받은 후 풍화의 산물이 그 자리에 남아서 만들어진 광상이다. 풍화 잔류 광상에서는 장석이 풍화 작용을 받아 만들어진 고령토, 고령토가 풍화 작용을 받아 만들어진 보크사이트, 철분이 많이 포함된 암석이 풍화되어 생성된 갈철석이나 적철석 등이 산출된다.



고령토



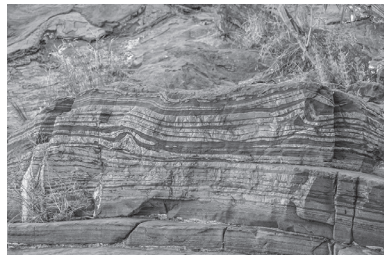
보크사이트

③ 침전 광상: 해수가 증발하면서 해수에 녹아 있는 물질이 침전되어 형성된 광상으로 석회석, 암염, 망가니즈 단괴, 석고, 황산 나트륨 등이 산출된다. 호상 철광층은 적철석, 자철석 등의 침전으로 형성된 것이다.

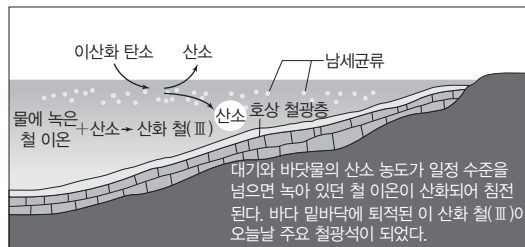


**과학 돋보기 | 철 광상**

철 광상은 마그마 기원의 화성 광상으로 만들어지기도 하지만, 대부분 퇴적 광상(침전 광상)으로 만들어진다. 현재 생산되는 철은 대부분 약 25억 년 전~약 18억 년 전 선캄브리아 시대에 만들어진 철 광상에서 채굴된다. 이 광상은 바다에서 해수에 용해된 철 이온( $Fe^{3+}$ )이 남세균류가 광합성으로 생성한 산소와 결합하여 만들어진 것이다.



오스트레일리아의 호상 철광층



호상 철광층의 형성 과정

**(4) 변성 광상:** 광물이 변성 작용을 받는 과정에서 재배열됨으로써 새로운 광물이 농집되거나 기존의 광상이 변성 작용을 받아 광물의 조성이 달라져 형성된 광상이다.

① 광역 변성 광상: 광역 변성 작용이 일어날 때는 광물들이 한 곳에 모이기 어렵지만 광역 변성 작용이 일어나면서 물과 휘발 성분이 빠져나와 생긴 열수에 의해 광상이 형성되기도 한다. 이 광상에서는 우라늄, 흑연, 활석, 석면, 납정석 등이 산출된다.

② 접촉 고대 광상: 석회질 퇴적암에 화성암체가 관입한 접촉부에서는 석회질 물질과 고온의 규산염 용액이 반응하여 새로운 광물이 침전되어 기존 광물을 교대하여 광상이 형성되는데, 이를 접촉 고대 광상이라고 한다. 이 광상에서는 철, 구리, 텅스텐, 납, 아연, 몰리브데넘, 주석 등이 산출된다. (암석학적으로는 변성 광상이지만 광상학에서는 화성 광상으로 분류한다.)

**개념 체크**

● **풍화 작용:** 지표 부근의 암석이 공기, 물, 생물 등의 작용으로 오랜 시간에 걸쳐 성분이 변하거나 잘게 부서지는 현상을 풍화 작용이라고 한다.

● **보크사이트:** 수산화 알루미늄이 모인 집합체이다. 열대 지방의 규산염 광물을 함유한 암석이 심한 화학적 풍화를 받아 생긴다.

1. ( ) 광상은 암석이 풍화, 침식, 운반, 퇴적되는 과정에서 유용한 광물이 모여 생성된다.

2. 풍화 잔류 광상은 기존의 암석이 ( ) 작용을 받은 후 풍화의 산물이 그 자리에 남아서 만들어진 광상이다.

3. 암염, 망가니즈 단괴, 석고는 퇴적 광상 중 ( ) 광상에서 주로 산출된다.

4. 흑연, 활석, 석면은 주로 광역 ( ) 광상에서 산출된다.

**정답**

1. 퇴적
2. 풍화
3. 침전
4. 변성

개념 체크

● **제련**: 용광로 등을 활용하여 광석을 녹여낸 후, 원하는 금속 광물을 추출해 낸다.

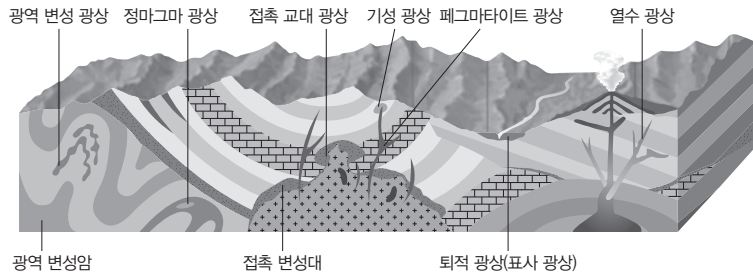
● **희토류**: 란타넘족 원소 15개에 원자 번호 21번인 스칸듐(Sc), 39번인 이트륨(Y)을 더한 총 17개 원소를 말한다. '자연계에 매우 드물게 존재하는 금속 원소'라는 의미로, 경제성이 있을 정도의 농축된 형태로 산출되는 경우는 매우 드물다. 희토류는 LED, 스마트폰, 컴퓨터 등 첨단 산업에서 중요하게 이용되고 있다.

1. 금속 광물은 광석을 녹여 원하는 금속을 추출하는 ( ) 과정을 거쳐 이용한다.

2. ( )는 금속 광물로 경제성이 있을 정도의 농축된 형태로 산출되는 경우가 매우 드물다.

3. 석회석, 점토, 규사는 ( ) 광물이다.

4. ( )는 비금속 광물로 종이, 도자기, 시멘트의 원료로 사용된다.



광상의 분포

2 광물과 암석의 이용

(1) 금속 광물 자원

- ① 금속이 주성분으로 함유된 광물이다.
- ② 특징
  - 대체로 금속 광택이 나고, 불투명하다.
  - 제련 과정을 거쳐야 한다.
  - 전기와 열을 잘 전달한다.
- ③ 금속 광물에는 철, 알루미늄, 구리, 아연, 금, 은, 망가니즈, 텅스텐, 희토류, 리튬 등이 있다.


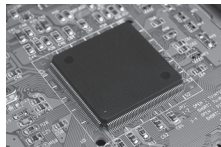



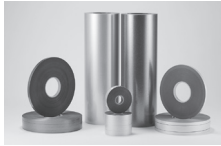
금속 광물	이용
철	기계, 자동차, 건축, 조선 등
구리	전선, 전자 부품, 합금 등
알루미늄	고압 전선, 합금, 우주 항공 산업, 창틀, 건축 재료, 알루미늄 캔, 주방 용기 제작 등
망가니즈	강철 합금, 의약품, 건전지 등
금	보석, 치과 재료, 화폐, 전자 제품
은	보석, 사진 재료, 식기
납	도료, 전지
리튬	전지 원료
희토류	전자 산업, 항공 우주 산업 등

(2) 비금속 광물 자원

- ① 주로 비금속 원소로 이루어진 광물이다.
- ② 특징
  - 제련 과정이 필요 없다.
  - 암석으로부터 유용한 성분을 분리하거나 이용하기 쉽게 분쇄하는 과정이 필요하다.
- ③ 비금속 광물에는 석회석, 고령토, 점토, 규사, 운모, 장식, 금강석, 흑연 등이 있다.

비금속 광물	이용
고령토	종이, 도자기, 시멘트의 원료 등
규사	유리, 도자기, 반도체 소자, 내화 벽돌의 원료 등
유황	화학 공업 원료
형석	알루미늄 제련, 의약품
점토 광물	도자기, 내화 벽돌, 종이
석영	유리 원료, 광학 기구, 전자 부품 등
장석	유리, 에나멜, 유약, 치과용 재료 등
활석	종이, 페인트, 화장품의 원료 등
운모	단열재, 절연체 등

(3) 광물의 이용 예

금속 광물	 구리로 만든 전선	 희토류가 사용된 전자 부품	 알루미늄 강통
비금속 광물	 규사로 만든 유리	 고령토로 만든 도자기	 운모로 만든 절연체

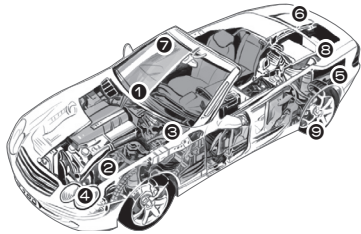
정답

- 1. 제련
- 2. 희토류
- 3. 비금속
- 4. 고령토

## 탐구자료 살펴보기 자동차에 사용되는 광물 자원

### 탐구 자료

다음은 자동차에 사용되는 광물 자원을 나타낸 것이다.



	광물	용도
①	희토류	네비게이션의 액정판에 이용
②	구리	전기 배선에 이용
③	납, 아연	축전지에 이용
④	텅스텐	전구에 이용
⑤	백금	탈황 장치에 이용
⑥	철, 알루미늄	차체를 만드는 데 이용
⑦	규사	유리의 재료
⑧	석고, 규사	페인트의 안료로 이용
⑨	고령토, 활석	타이어의 고무를 만드는 데 이용

### 자료 분석

- 자동차에 사용되는 금속 광물 자원은 희토류, 구리, 납, 아연, 텅스텐, 백금, 철, 알루미늄 등이 있다.
- 자동차에 사용되는 비금속 광물 자원은 규사, 석고, 고령토, 활석 등이 있다.

### 분석 point

- 자동차를 만드는 데에는 다양한 광물 자원이 사용된다.

## (4) 암석의 이용 예

암석	이용
화강암	건축 자재
대리암	건축 자재, 조각 재료
석회암	비료, 시멘트, 화학 공업 원료
현무암	건축 자재, 멧돌 등
반려암	돌그릇



화강암 탑



현무암 돌하르방

## 3 해양 자원

### (1) 해양 에너지 자원

- ① 가스수화물: 메테인이 주성분인 천연가스가 저온·고압의 환경에서 물 분자와 결합한 고체 물질로, 전 세계에 약 10조 톤이 매장된 것으로 추산되며, 우리나라 동해 울릉 분지에도 6억 톤가량 매장되어 있는 것으로 알려져 있다.



가스수화물의 분포



동해 가스수화물 발견

- ② 화석 연료: 전 세계의 대륙붕에는 아직 개발되지 않은 많은 양의 석탄, 석유, 천연가스가 매장되어 있고, 석유의 경우 현재 산유량의 약 50% 이상을 해저 유전에서 생산하고 있다. 화석

## 개념 체크

- **대리암**: 석회암이 변성 작용을 받아 생긴 변성암의 한 종류이다. 흰색과 갈색, 그리고 독특한 무늬를 띠고 있다. 대리암은 건축 자재를 비롯하여 조각용, 도예용 등으로 이용된다. 가장 좋은 대리암이 채굴되는 곳은 이탈리아이다.
- **가스수화물**: 영구 동토 지역이나 깊은 바닷속같이 저온·고압 환경에 존재하고 있으며 매장량은 현재까지 확인된 지구 전체 화석 연료의 2배 정도의 양인 약 10조 톤으로 추정된다.

1. 석회암이 변성 작용을 받아 생긴 ( )은 건축 자재, 조각용 등으로 이용된다.
2. 비료, 시멘트, 화학 공업 원료로 이용되는 암석은 ( )이다.
3. ( )은 메테인이 주성분인 천연가스가 저온·고압 환경에서 물 분자와 결합한 ( ) 물질이다.

### 정답

1. 대리암
2. 석회암
3. 가스수화물, 고체

## 개념 체크

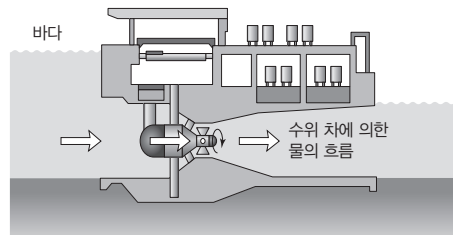
● 조류: 간조에서 만조까지 바닷물이 밀려들어오는 것을 밀물, 만조에서 간조까지 바닷물이 빠지는 것을 썰물이라고 한다. 밀물과 썰물 시 일어나는 해수의 흐름을 조류라고 한다.

1. 조력 발전은 달과 태양의 인력에 의해 발생하는 만조와 간조 때 해수면 ( ) 차를 이용한다.
2. 조류 발전은 조석에 의해 자연적으로 발생하는 빠른 흐름인 ( )에 직접 터빈을 설치하여 발전한다.
3. 조력 발전은 조류 발전보다 ( )에 미치는 영향이 크다.
4. ( ) 발전은 바람에 의해 생기는 파도의 운동을 이용하여 발전한다.

연료는 연소 과정에서 이산화 탄소가 발생하여 지구 온난화를 일으키며, 각종 오염 물질을 배출한다. 또, 자원의 양이 한정되어 있어 언젠가는 고갈되는 문제점이 있다.

## ③ 조력 발전

- 달과 태양의 인력에 의해 발생하는 만조와 간조 때 해수면의 높이 차를 이용한다.
- 만조와 간조 때 발생하는 해수면의 높이 차를 이용하여 위치 에너지를 전기 에너지로 전환하는 발전 방식이다.
- 우리나라의 서해안은 조석 간만의 차가 커서 조력 발전을 하기에 적합하다.
- 장점: 날씨나 계절에 관계없이 항상 발전할 수 있고, 조석 간만의 차를 알면 발전량 예측이 가능하며, 대규모의 전력 생산이 가능하다.
- 단점: 제방 안쪽에 해수가 갇힘으로써 갯벌이 사라지고, 염분 농도가 변하며, 해양 생태계에 좋지 않은 영향을 줄 수 있다.



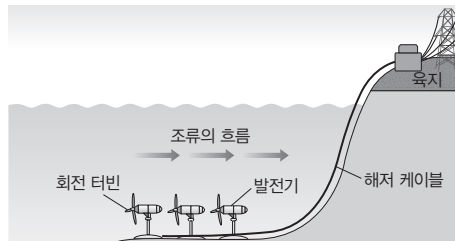
조력 발전



시화호 조력 발전소

## ④ 조류 발전

- 조석에 의해 자연적으로 발생하는 빠른 흐름인 조류에 직접 터빈을 설치함으로써 해수의 수평 흐름을 회전 운동으로 변환시켜 전기 에너지를 생산하는 방식이다. 운동 에너지를 직접 이용한다는 점에서 풍력 발전과 원리가 동일하다.
- 장점: 날씨나 계절에 관계없이 항상 발전할 수 있고, 특정 지역의 시간대별 유속을 알면 발전량 예측이 가능하며, 조력 발전보다 생태계에 미치는 영향이 적다.
- 단점: 조류의 흐름이 빠른 해역에서만 효과가 크다.



조류 발전



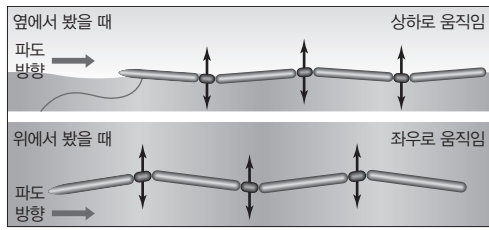
울돌목 조류 발전소

## ⑤ 파력 발전

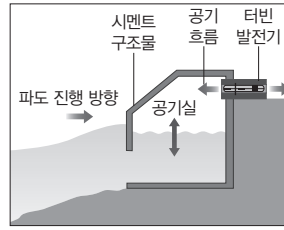
- 바람에 의해 생기는 파도의 상하좌우 운동을 이용하는 것이다.
- 바다에 부표나 원통형 실린더를 띄워 놓고 여기에 발전기를 설치하여 파도가 칠 때 전기 에너지를 생산하는 방식(부유식)과 파도의 운동에 의해 얻어지는 압축 공기를 이용하여 터빈을 돌려서 전기 에너지를 생산하는 방식(고정식) 등이 있다.
- 동해와 제주도 주변 해역은 강한 파도가 발생하는 곳으로 파력 발전에 적합한 조건을 가지고 있다.

## 정답

1. 높이
2. 조류
3. 생태계
4. 파력



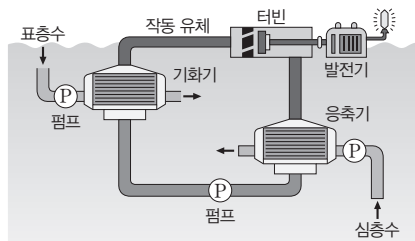
파력 발전(부유식)



파력 발전(고정식)

### ⑥ 해양 온도 차 발전

- 표층수와 심층수의 온도 차이를 이용하여 전기를 생산하는 방법으로, 표층수의 따뜻한 열로 액체를 기화시켜 터빈을 돌려서 전기를 생산하고, 사용한 기체를 온도가 낮은 심층수로 다시 액화시킨다.
- 장점: 에너지 공급원이 무한하고, 이산화탄소를 발생시키지 않는 청정 자연 에너지이다. 밤낮 구별 없이 전력 생산이 가능한 안정적인 에너지원이다. 특별한 저장 시설이 필요 없으며 계절적인 변동을 사전에 감안해 계획적인 발전이 가능하다.
- 단점: 바닷물에 의해 부식이 잘 일어나지 않는 재료로 발전 설비를 만들어야 한다.
- 현재 미국과 일본, 프랑스는 해양 온도 차 발전소를 건설해 운영하고 있다.



해양 온도 차 발전

### (2) 해양 생물 자원

- ① 바다에는 약 30만 종의 생물군이 분포하며, 해마다 약 6500만 톤의 식량을 공급받고 있다.
- ② 해양 생물은 육상 생물에 비하여 재생산력이 약 5~7배에 달하는데, 이와 같은 특징을 이용하여 바다 목장을 운영하기도 한다.
- ③ 생물 자원의 대부분은 식용으로 이용되지만 최근에는 의약품 원료, 공업 원료, 공예품 원료로 이용되고 있으며, 고부가가치 산업인 해양 신소재 개발이나 해양 바이오 산업에 활용되고 있다.



해양 생물 자원(바다 목장)

### (3) 해양 광물 자원

- ① 해수 속의 광물 자원으로는 소금, 브로민, 마그네슘, 금, 은, 우라늄, 리튬 등이 있으며, 세계에서 사용되고 있는 소금의 약 30%는 바다에서 채취된다.
- ② 해양의 광물 자원
  - 브로민: 주로 이온 형태로 물에 녹아 존재하며, 대부분은 염수 호수나 해수로부터 채취한다.
  - 마그네슘: 해수로부터 식용 소금을 제조하는 과정에서 부산물로 얻을 수 있다.
  - 우라늄: 해수 중에 약 0.003 ppm 녹아 있다.

### 개념 체크

- 터빈: 물·가스·증기 등의 유체가 가지는 에너지를 유용한 기계적 일로 변환시키는 기계로, 회전 운동을 하는 것이 특징이다.
- 해양 생물 자원: 인류의 주요한 단백질 공급원으로 인류 전체 동물성 단백질 공급량의 약 15%를 차지한다.

1. 해양 온도 차 발전은 표층수와 심층수의 ( ) 차를 이용하여 전기를 생산한다.
2. 해양 생물은 육상 생물에 비하여 ( )이 약 5~7배에 달한다.

정답

1. 온도
2. 재생산력

## 개념 체크

● **망가니즈 단괴**: 망가니즈 단괴 속에는 망가니즈, 철, 구리, 니켈, 코발트 등의 원소가 있으며 보통 수심 4000 m 이상의 심해저에서 발견된다.

● **해수 담수화**: 생활용수나 공업 용수로 직접 사용하기 힘든 바닷물로부터 염분을 포함한 용해 물질을 제거하여 순도 높은 음용수 및 생활용수, 공업용수 등을 얻어 내는 해수 처리 과정을 말한다.

1. ( )는 해수에 녹아 있던 망가니즈, 철, 구리, 니켈 등이 침전하여 공 모양의 덩어리로 성장한 것이다.
2. 지구 표면의 70 % 이상이 ( )이며, 해양에는 에너지 자원, 광물 자원 및 다양한 생물 자원이 있다.

- 망가니즈 단괴: 태평양의 심해저에는 해수에 녹아 있던 망가니즈, 철, 구리, 니켈, 코발트 등이 침전하여 공 모양의 덩어리로 성장한 것이 있는데, 이를 망가니즈 단괴라고 한다. 우리나라는 태평양의 클라리온-클리퍼턴 해역을 탐사하여 망가니즈 단괴 단독 개발권을 확보하였다.

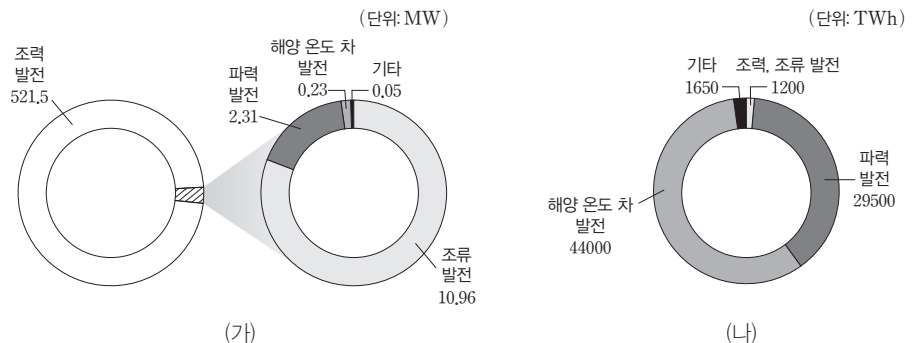
## (4) 해양 자원 개발의 필요성

- ① 급격한 인구 증가와 산업화의 영향으로 환경 오염, 식량 자원 고갈 등의 문제점이 대두되며, 새로운 광물과 에너지 자원 확보 등의 해결 방안을 해양에서 찾을 수 있다.
- ② 지구 표면의 70 % 이상이 해양이며, 해양에는 석유와 천연가스, 가스수화물 등의 에너지 자원과 망가니즈 단괴와 같은 광물 자원 및 다양한 생물 자원이 있다.
- ③ 해수 1 kg 중에는 다양한 공업 원료로 사용되는 염류가 평균 35 g 정도 녹아 있다.
- ④ 해수를 담수화시켜 물 부족 문제를 해결할 가능성이 높다.

## 참구자료 살펴보기 해양 에너지 자원을 이용한 발전 방식

## 참구 자료

그림 (가)와 (나)는 각각 2019년 전 세계 해양 에너지 자원을 이용한 발전 방식의 설비 용량과 잠재적 발전 가능량을 나타낸 것이다. 2019년 전 세계 전력 수요량은 25814 TWh이다.



## 자료 분석

1. 2019년 전 세계 해양 에너지 자원을 이용한 발전 방식 중 설비 용량은 조력 발전 > 조류 발전 > 파력 발전 > 해양 온도 차 발전이다.
2. 2019년 전 세계 해양 에너지 자원을 이용한 발전 방식 중 잠재적 발전 가능량은 해양 온도 차 발전 > 파력 발전 > 조력, 조류 발전이다.
3. 2019년 전 세계 해양 에너지 자원을 이용한 발전 방식의 잠재적 발전 가능량은 같은 해 전 세계 전력 수요량보다 크다.

## 분석 point

잠재량이 큰 해양 에너지 자원을 개발하면 미래의 전력 수요를 충족하는 데 도움이 된다.

## 정답

1. 망가니즈 단괴
2. 해양



**01** 다음은 광상에 대해 학생 A, B, C가 나눈 대화를 나타낸 것이다. [23030-0057]

광물 자원이 채굴 가능할 정도로 농집되어 있는 곳을 광산이라고 해.

광상은 형성 과정에 따라 화성 광상, 퇴적 광상, 변성 광상으로 구분할 수 있어.

광상에서 광석을 채굴하는 곳을 광산이라고 해.



학생 A



학생 B



학생 C

제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A                      ② C                      ③ A, B  
 ④ B, C                  ⑤ A, B, C

**02** 표는 서로 다른 광상 A, B, C의 형성 과정을 나타낸 것이다. [23030-0058]

광상	형성 과정
A	지표의 암석이 풍화, 침식, 운반, 퇴적되는 과정에서 유용한 광물이 모여 형성된다.
B	마그마가 냉각되는 과정에서 유용한 광물이 정출되어 형성된다.
C	지각 변동이 일어날 때 기존의 광상이 열과 압력에 의해 변성 작용을 받아 형성된다.

A, B, C에 해당하는 광상을 옳게 짝 지은 것은?

- | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>C</u> |
|----------|----------|----------|
| ① 화성 광상  | 퇴적 광상    | 변성 광상    |
| ② 화성 광상  | 변성 광상    | 퇴적 광상    |
| ③ 퇴적 광상  | 변성 광상    | 화성 광상    |
| ④ 퇴적 광상  | 화성 광상    | 변성 광상    |
| ⑤ 변성 광상  | 화성 광상    | 퇴적 광상    |

**03** 그림 (가)는 퇴적물의 운반 과정에서 형성된 광상의 위치를, (나)는 A 영역에서 사금을 채취하는 모습을 나타낸 것이다. [23030-0059]

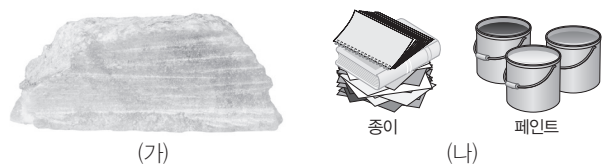


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. (가)의 광상은 표사 광상에 해당한다.  
 ㄴ. (나)의 사금은 주변의 모래보다 밀도가 작다.  
 ㄷ. 호상 철광층은 주로 A와 같은 퇴적 환경에서 형성된다.

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

**04** 그림 (가)는 활석의 모습을, (나)는 활석의 주요 용도를 나타낸 것이다. [23030-0060]

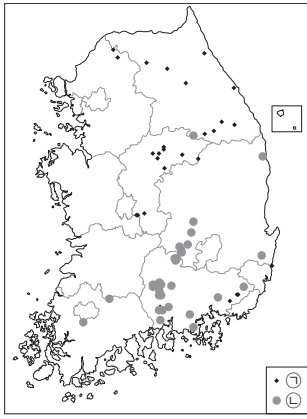


활석에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

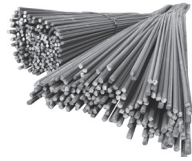
- 보기
- ㄱ. 마그마에서 정출되어 생성된다.  
 ㄴ. (나)와 같은 용도로 사용하려면 제련 과정을 거쳐야 한다.  
 ㄷ. 주로 변성 광상에서 산출된다.

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

05 그림 (가)는 우리나라의 광물 자원 ㉠과 ㉡의 분포를, (나)와 (다)는 각각 ㉠과 ㉡을 이용한 예를 나타낸 것이다.



(가)



(나) 철근



(다) 도자기

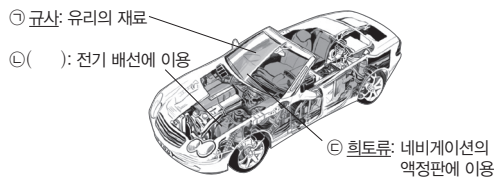
이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

**보기**

- ㄱ. ㉠은 금속 광물 자원이다.
- ㄴ. 고령토는 철보다 대체로 남부 지방에 분포한다.
- ㄷ. ㉡은 주로 퇴적 광상에서 산출된다.

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

06 그림은 자동차에 사용되는 광물 자원 ㉠, ㉡, ㉢을 나타낸 것이다.



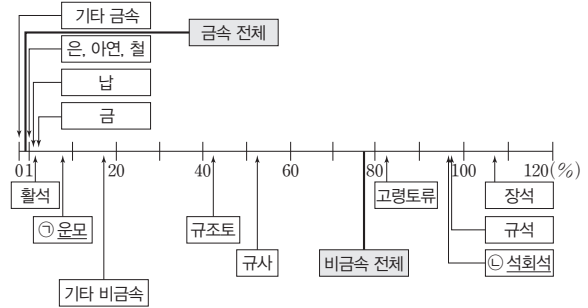
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

**보기**

- ㄱ. ㉠과 ㉢은 비금속 광물 자원이다.
- ㄴ. 구리는 ㉡으로 적절하다.
- ㄷ. ㉢은 전자 산업, 항공 우주 산업 등에 사용된다.

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

07 그림은 어느 해 우리나라 광물 자원의 지급률을 나타낸 것이다.



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

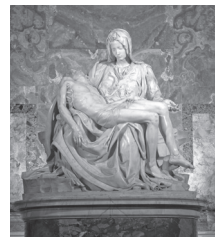
**보기**

- ㄱ. 금속 전체의 지급률은 100 %보다 낮다.
- ㄴ. ㉠은 금속 광물 자원이다.
- ㄷ. ㉡의 지급률은 비금속 전체의 지급률보다 낮다.

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

08 다음은 조각상을 만드는 데 사용하는 어느 암석에 대한 설명이다.

이 암석은 석회암이 열과 압력을 받아 생성되는데, 이때 탄산칼슘으로 구성된 입자들은 방해석 입자로 재결정화된다. 화석의 흔적은 없어지고 매우 순수한 경우에는 백색의 이 암석이 생성되어 조각상의 재료로 사용된다.



이 암석으로 만든 조각상

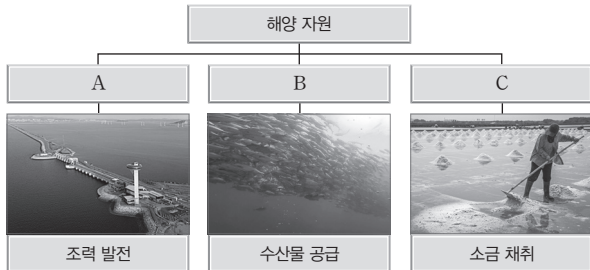
이 암석에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

**보기**

- ㄱ. 변성 작용을 받아 생성된다.
- ㄴ. 붉은 염산과 반응하여 거품이 발생한다.
- ㄷ. 건축 자재로 사용될 수 있다.

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

**09** [23030-0065] 그림은 해양 자원의 종류를 구분하여 이용하는 예와 함께 나타낸 것이다. A, B, C는 각각 해양 광물 자원, 해양 생물 자원, 해양 에너지 자원 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기**
- ㄱ. A는 해양 에너지 자원이다.
  - ㄴ. B는 육상 생물보다 재생산력이 높다.
  - ㄷ. 해수에 녹아 있는 브로민은 C의 예이다.

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

**10** [23030-0066] 다음은 어느 해양 광물 자원에 대한 설명이다.

해수에 녹아 있던 망가니즈, 철, 구리, 니켈, 코발트 등이 침전하여 공 모양의 덩어리로 성장한 것으로, 보통 수심 4000 m 이상의 해저에서 발견된다.

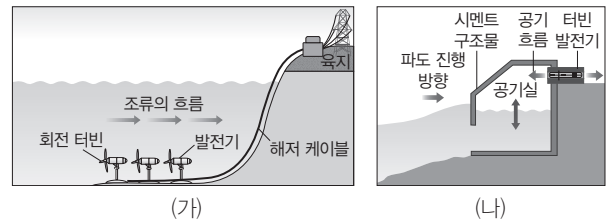


이 자원에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기**
- ㄱ. 망가니즈 단괴이다.
  - ㄴ. 주로 대륙붕에서 생성된다.
  - ㄷ. 우리나라가 태평양 일부 해역의 단독 개발권을 확보 하였다.

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

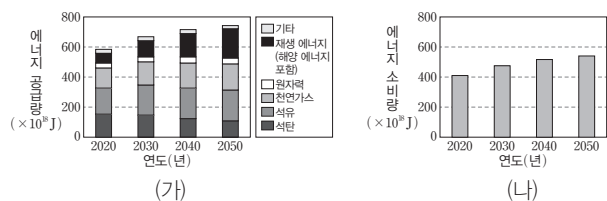
**11** [23030-0067] 그림 (가)와 (나)는 파력 발전 방식과 조류 발전 방식을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① (가)는 조류의 흐름에 직접 터빈을 설치하여 전기를 생산한다.
- ② (나)는 바람에 의해 생기는 파도의 운동을 이용한다.
- ③ (가)는 조력 발전 방식보다 생태계에 미치는 영향이 적다.
- ④ (가)는 (나)보다 전기를 생산할 때 날씨와 계절의 영향을 더 많이 받는다.
- ⑤ (가)와 (나)는 재생 가능한 에너지를 이용한다.

**12** [23030-0068] 그림 (가)와 (나)는 국제 에너지 기구(IEA)에서 전 세계의 1차 에너지 공급량과 최종 에너지 소비량을 예측한 결과를 나타낸 것이다.



\*1차 에너지: 변환이나 가공의 과정을 거치지 않고 자연으로부터 직접 얻을 수 있는 에너지  
\*최종 에너지: 1차 에너지를 소비자가 사용하기 편리하도록 가공한 에너지

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기**
- ㄱ. 석탄의 에너지 공급량은 2050년이 2020년보다 많다.
  - ㄴ. 2020년부터 2050년까지 전 세계의 최종 에너지 소비량은 점차 감소한다.
  - ㄷ. 해양 에너지를 개발하면 미래의 에너지 자원을 확보하는 데 도움이 된다.

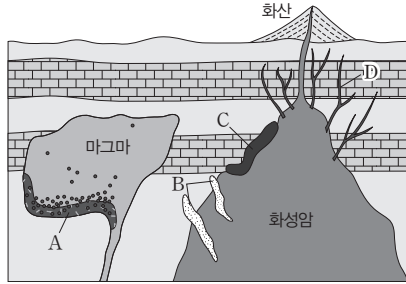
- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

화성 광상은 형성 과정에 따라 정마그마 광상, 페그마타이트 광상, 기성 광상, 열수 광상으로 구분할 수 있다.

보크사이트 광상은 주로 고령토가 풍화 작용을 받아 형성되므로 풍화 잔류 광상에 해당한다.

[23030-0069]

01 그림은 서로 다른 광상 A~D를, 표는 각 광상의 형성 과정을 나타낸 것이다. A~D는 각각 기성 광상, 열수 광상, 정마그마 광상, 페그마타이트 광상 중 하나이다.



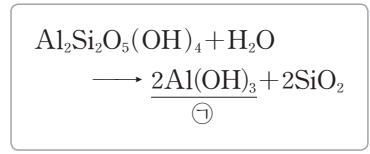
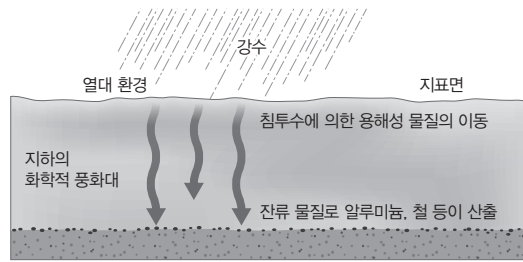
광상	형성 과정
A	마그마 냉각 초기에 ㉠ 밀도가 큰 광물들이 정출되어 형성된다.
B	마그마 냉각 말기에 마그마가 주변의 암석을 뚫고 들어가서 형성된다.
C	마그마에 있던 (㉡)와/과 휘발 성분이 주위의 암석을 뚫고 들어가 일부를 녹이고 침전하여 형성된다.
D	마그마가 냉각되면서 여러 가지 광물이 정출되고 남은 열수 용액이 주변 암석의 틈을 따라 이동하여 형성된다.

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① B는 페그마타이트 광상이다.
- ② ㉠의 예로 암염, 석고가 있다.
- ③ 수증기는 ㉡으로 적절하다.
- ④ 형성 온도는 A가 D보다 높다.
- ⑤ A~D는 화성 광상에 해당한다.

[23030-0070]

02 그림 (가)는 퇴적 광상에 해당하는 어느 광상의 생성 환경을, (나)는 고령토로부터 광물 ㉠이 생성되는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 침전 광상의 생성 환경이다.

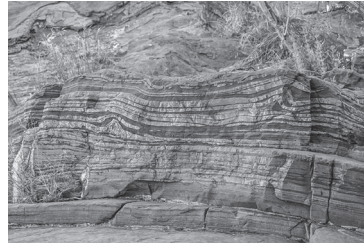
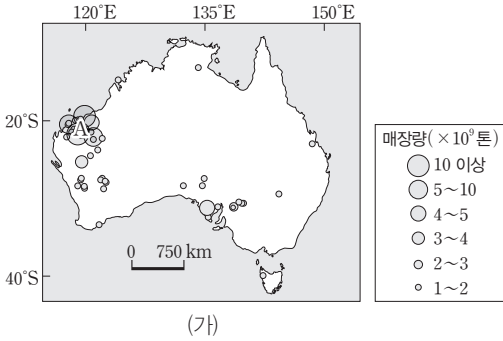
ㄴ. ㉠은 보크사이트이다.

ㄷ. (나)는 (가)와 같은 생성 환경에서 주로 일어난다.

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

**03** 그림 (가)는 오스트레일리아의 철광상 분포와 철 매장량을, (나)는 철광상 A에 분포하는 호상 철광층을 나타낸 것이다.

[23030-0071]



(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

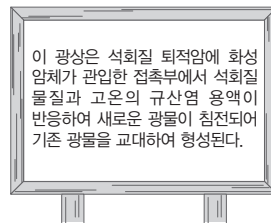
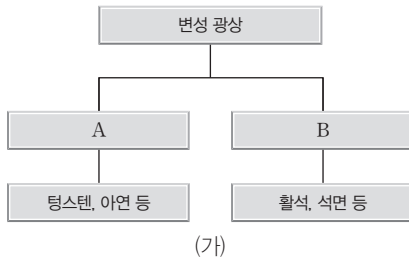
- ㄱ. 오스트레일리아에서 철의 매장량은 135°E를 기준으로 서쪽이 동쪽보다 많다.
- ㄴ. A는 화성 광상에 해당한다.
- ㄷ. 해수에 존재하는 철 이온의 양은 (나)가 생성될 당시가 현재보다 많았다.

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

호상 철광층은 해수에 녹아 있던 철이 산소와 결합하여 산화된 후 침전되어 형성된 것이다.

**04** 그림 (가)는 서로 다른 종류의 변성 광상 A와 B에서 주로 산출되는 광물의 예를, (나)는 A와 B 중 한 광상에 대한 설명을 나타낸 것이다.

[23030-0072]



(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (나)는 A에 대한 설명이다.
- ㄴ. B는 A보다 생성 과정에서 압력에 의한 영향을 많이 받았다.
- ㄷ. 흑연 광상은 B에 해당한다.

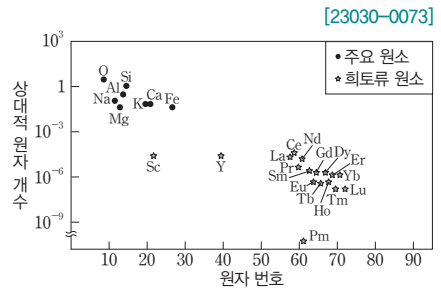
- ① ㄱ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

변성 광상에는 광역 변성 광상과 접촉 교대 광상이 있다.

희토류 원소는 란타넘족 원소 15개에 원자 번호 21번인 스칸듐(Sc), 39번인 이트륨(Y)을 더한 총 17개 원소이다.

금속 광물에는 금, 은, 철 등이 있고, 비금속 광물에는 석회석, 규사, 활석 등이 있다. 석회석은 주로 시멘트의 원료로 이용된다.

**05** 그림은 대륙 지각을 구성하는 주요 원소와 희토류 원소의 상대적 원자 개수를 규소(Si)의 원자 개수를 기준으로 나타낸 것이다. 희토류 원소의 공통적인 특징으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



**보기**

ㄱ. 철(Fe)보다 원자 번호가 크다.  
 ㄴ. 대륙 지각에서 규소(Si)보다 원자 개수가 적다.  
 ㄷ. 경제성이 있을 정도의 농축된 형태로 산출된다.

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

**06** 다음은 광물 자원의 매장량과 용도를 알아보기 위한 탐구 활동이다.

[조사 대상 광물] 규사, 석회석, 은, 철, 활석

[탐구 과정]

I. 조사 대상 광물을 금속 광물과 비금속 광물로 구분한다.

분류 영역	광물명	항목
㉠ <input type="checkbox"/> 금속 광물	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 매장량
㉡ <input type="checkbox"/> 비금속 광물	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 가채광량

[검색]

II. 광물 관련 홈페이지에 접속하여 각 광물의 분류 영역, 광물명을 선택한 후, 매장량을 검색하여 기록한다.

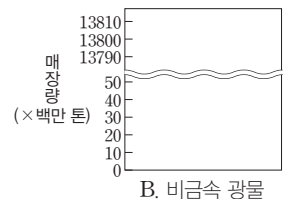
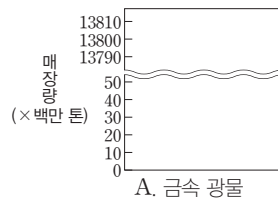
III. 과정 II에서 기록한 자료를 바탕으로 막대 그래프를 그린다.

IV. 인터넷 검색을 통해 각 광물의 용도를 조사하여 기록한다.

[탐구 결과]

• 매장량

광물	매장량(×백만 톤)
규사	6.4
석회석	13807.1
은	8.0
철	43.7
활석	8.1



• 용도: 규사-유리, 도자기, 반도체 소자 등, 석회석-( ㉠ )  
 ... (이하 생략) ...

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 은의 매장량을 알아보기 위해서는 과정 II에서 ㉠을 선택해야 한다.  
 ② A에 막대를 그린 광물은 전기와 열을 잘 전달한다.  
 ③ 과정 III에서 그린 막대의 개수는 A가 B보다 많다.  
 ④ 과정 III에서 그린 막대의 길이는 활석이 규사보다 길다.  
 ⑤ '시멘트의 원료'는 ㉠으로 적절하다.

**07** 표는 어느 해 우리나라의 금속 광물과 비금속 광물의 광물별 매장량 비율과 가채 연수를 나타낸 것이다.

[23030-0075]

금속 광물(총매장량: $12.52 \times 10^7$ 톤)			비금속 광물(총매장량: $1730 \times 10^7$ 톤)		
광물	매장량 비율(%)	가채 연수(년)	광물	매장량 비율(%)	가채 연수(년)
철	34.85	0.3	석회석	79.78	112.8
납	13.61	0.9	규석	16.98	641.8
은	6.35	2.0	장석	1.37	313.2
금	4.72	37.2	운모	0.08	51.7
동	1.84	0.1	고령토	0.66	51.9
희토류	20.71	-	불석	0.10	43.3
기타	17.92	-	기타	1.03	-
합계	100	-	합계	100	-

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

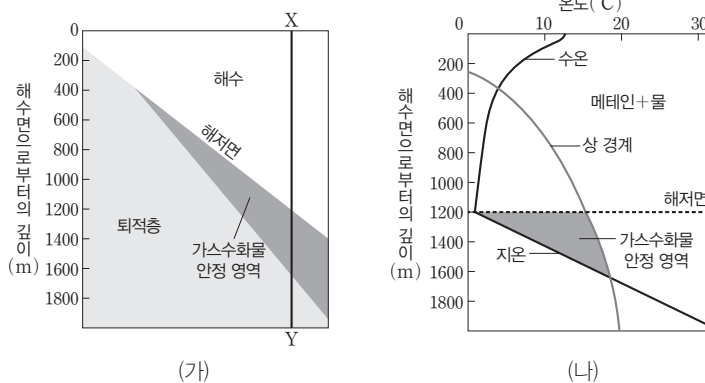
보기

- ㄱ. 금속 광물은 매장량이 많을수록 가채 연수가 길다.
- ㄴ. 매장량은 철이 규석보다 많다.
- ㄷ. 매장량이 가장 많은 광물은 주로 퇴적 광상에서 산출된다.

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

**08** 그림 (가)는 어느 해저 퇴적층의 가스수화물 안정 영역을, (나)는 X-Y 단면에서 깊이와 온도에 따른 가스수화물의 상 경계를 나타낸 것이다.

[23030-0076]



가스수화물은 온실 기체인 메테인이 저온·고압 환경에서 물 분자와 결합한 고체 물질이다.

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

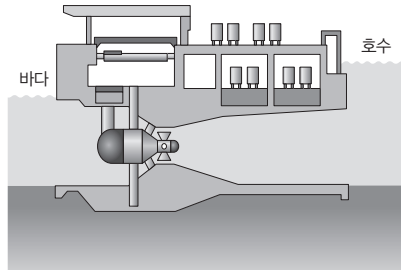
보기

- ㄱ. X-Y 구간의 깊이 1400 m 지점에서 가스수화물은 고체 상태로 존재한다.
- ㄴ. 해저 퇴적층의 지온 상승률이 증가하면 가스수화물 안정 영역은 감소한다.
- ㄷ. 가스수화물은 연소할 때 온실 기체가 발생하지 않는다.

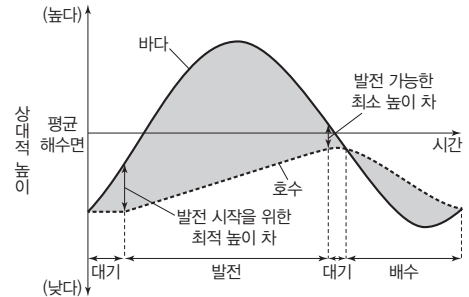
- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

만조와 간조 때 해수면의 높이 차(조차)를 이용하는 조력 발전은 조차가 클수록 전력 생산에 유리하다.

09 그림 (가)는 어느 조력 발전소의 모습을, (나)는 시간에 따른 이 발전소의 가동 상황과 바다와 호수의 수위 변화를 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이 발전소에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

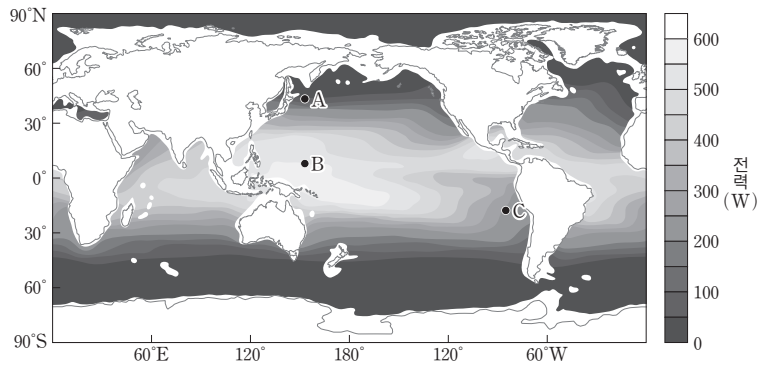
보기

- ㄱ. (가)는 발전 중인 시기의 모습이다.
- ㄴ. 발전 시작 시각은 간조 시각에서 만조 시각 사이이다.
- ㄷ. 조차가 작아지면 생산 가능한 전력량이 증가할 것이다.

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

해양 온도 차 발전은 표층수와 심층수의 온도 차이를 이용하여 전기를 생산하는 방법이다.

10 그림은 전 세계 해양에서 해양 온도 차 발전 시설에 수심 1000 m 심층수가 1 m<sup>3</sup>/s로 유입될 때 생산되는 전력 추정치의 분포를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

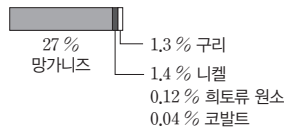
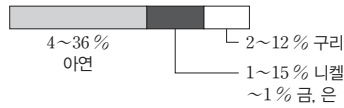
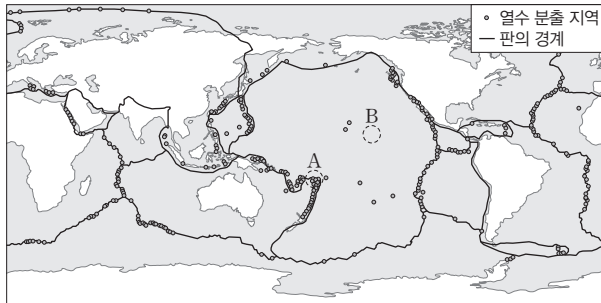
보기

- ㄱ. A 지점에서 B 지점으로 동일 경도를 따라갈수록 전력 추정치는 감소한다.
- ㄴ. 표층수와 수심 1000 m 심층수의 수온 차이는 B 지점이 C 지점보다 클 것이다.
- ㄷ. 해양 온도 차 발전은 60°N 해역이 적도 해역보다 전력 생산에 유리하다.

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



11 [23030-0079] 그림 (가)는 우리나라가 각각 탐사권과 개발권을 확보한 해역 A, B와 해저 열수 분출 지역 분포를, (나)와 (다)는 각각 A와 B에서 채취한 광석에 포함된 금속 성분의 함량비를 나타낸 것이다.



(가)

(다) 해역 B

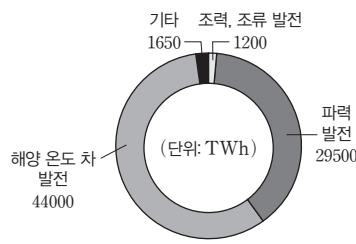
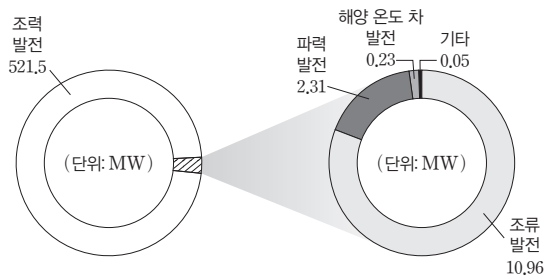
이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 열수 분출 지역은 해령 부근에만 분포한다.
- ㄴ. A와 B에서 채취한 광석을 제련하면 구리를 얻을 수 있다.
- ㄷ. B는 우리나라가 망가니즈 단괴의 개발권을 확보한 해역이다.

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

12 [23030-0080] 그림 (가)와 (나)는 각각 2019년 전 세계 해양 에너지 자원을 이용한 발전의 설비 용량과 잠재적 발전 가능량을 나타낸 것이다. 2019년 전 세계 전력 수요량은 25814 TWh이다.



(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에서 설비 용량은 조류 발전이 가장 크다.
- ㄴ. (나)에서 잠재적 발전 가능량이 가장 큰 발전은 밤에 전력을 생산할 수 없다.
- ㄷ. 2019년 전 세계 해양 에너지 자원을 이용한 발전의 잠재적 발전 가능량은 전 세계 전력 수요량보다 크다.

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

해저 열수 광상은 대부분 화산 활동이 활발한 중앙 해령과 섭입대에 분포한다. 열수는 여러 가지 광물이 녹아 있는 고온의 수용액이다.

해양 온도 차 발전은 밤낮 구별 없이 안정적으로 전력 생산이 가능하다. 해양 에너지를 개발하면 미래의 에너지 자원을 확보할 수 있다.

### 개념 체크

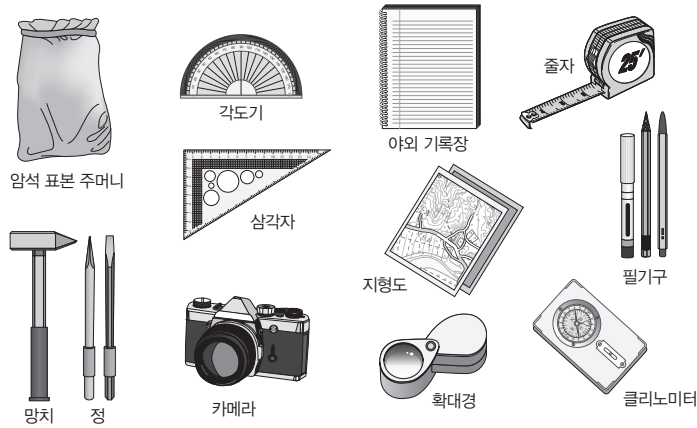
- **노두:** 암석이나 지층이 지표에 드러난 것으로, 산과 해안 지역의 절벽, 개곡, 절개지 등에 잘 나타난다.
- **클리노미터의 방향 표시:** 클리노미터에 표시된 E, W를 보면 보통 나침반과는 반대로 되어 있다. 이는 주향을 측정할 때 편각이 0°인 경우 자침이 가리키는 방향을 그대로 읽으면 주향이 되도록 편 의상 바꾸어 놓은 것이다.

1. 암석이나 지층이 지표에 드러난 것을 ( )라고 한다.
2. ( )은 진북을 기준으로 지층면과 수평면의 교선이 가리키는 방향이다.
3. 지층의 ( )은 지층면과 수평면이 이루는 각이고, 경사 방향은 주향에 ( )이다.
4. 주향은 클리노미터의 자침이 가리키는 ( )쪽 눈금을 읽고, 경사는 클리노미터의 경사추가 가리키는 ( )쪽 눈금을 읽는다.

### 1 지질 조사와 지질도

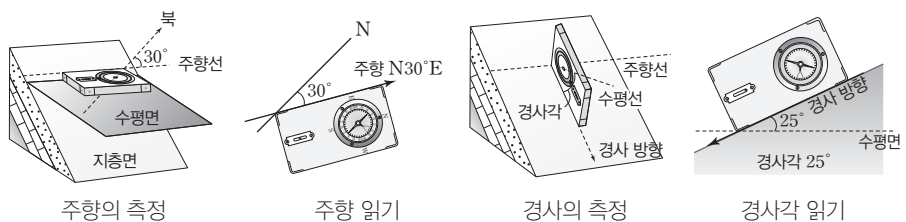
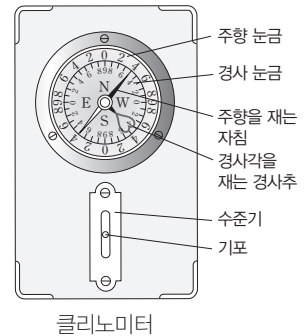
#### (1) 지질 조사의 목적과 순서

- ① 지질 조사의 목적: 어떤 지역에서 암석의 종류와 분포, 지질 구조 등을 조사하여 암석의 생성 원인과 생성 환경 및 역사를 밝히는 활동을 지질 조사라고 한다. 지질 조사는 지구의 역사를 규명하는 연구 외에 유용한 광상이나 지하수의 개발, 지반 조사, 자연 재해 예방 등을 목적으로 수행한다.
- ② 지질 조사의 순서: 문헌 조사 → 노두 조사(주향과 경사 측정, 표본 채취, 암상 기재) → 노선 지질도 작성 → 지질도 작성 → 지질 단면도 작성 → 지질 주상도 작성



#### (2) 지질 조사의 방법

- ① 주향과 경사의 측정: 클리노미터를 이용하여 지층의 주향과 경사를 측정한다.
  - 주향: 진북을 기준으로 지층면과 수평면의 교선(주향선)이 가리키는 방향으로, 지층면에 클리노미터의 긴 모서리를 수평으로 대고 북쪽을 기준으로 자침이 가리키는 바깥쪽 눈금을 읽는다.
    - ➔ 클리노미터에서 읽은 주향은 조사 지역의 편각을 고려하여 보정한다.
  - 경사: 경사각은 지층면과 수평면이 이루는 각으로, 주향선에 수직이 되도록 클리노미터의 긴 모서리가 있는 면을 밀착시킨 후 경사추가 가리키는 안쪽 눈금을 읽는다.
    - ➔ 지층면이 기울어진 방향인 경사 방향은 주향에 직각으로 실제 방위에서 판단한다.



정답

1. 노두
2. 주향
3. 경사각, 직각
4. 바깥, 안

## ② 주향과 경사의 표시

- 주향의 표시: 주향은 진북을 기준으로 하여 주향선이 동쪽 또는 서쪽으로 몇 도(°) 돌아가 있는지를 나타낸다. **예** 주향선이 진북에 대하여 30° 동쪽을 향하고 있다면 주향은 N30°E이다.
- 경사의 표시: 경사는 경사 방향과 경사각으로 표시한다. **→** 경사 방향은 항상 주향에 직각이다. 따라서 주향이 NS라면 가능한 경사의 방향은 E 또는 W이다. **예** 경사의 방향은 북서쪽이고 경사각이 45°라면 경사는 45°NW이다.

표시법	기호	표시법	기호	표시법	기호
수평층	⊕ 또는 +	주향 EW 경사 30°S	— 30	주향 N60°E 경사 90°	
수직층	+	주향 N45°E 경사 60°SE		주향 N45°W 경사 30°NE	

주향과 경사의 표시법



지질도에 사용하는 일반적인 기호

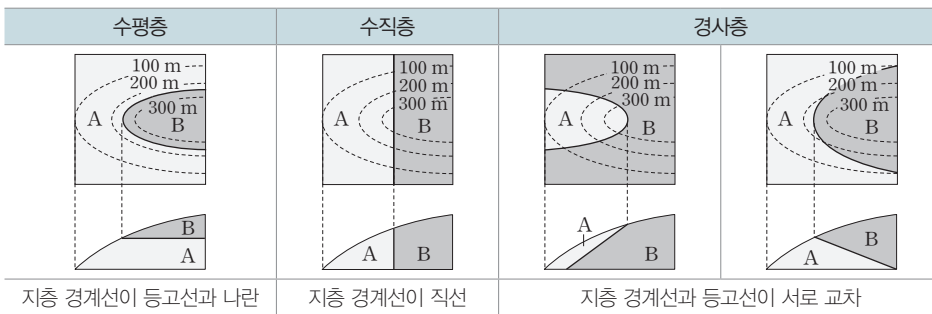
## 개념 체크

- **주향 표시의 예:** 주향은 NS, EW, Nx°E, Ny°W 등의 형태로 표시한다.
- **경사의 방향:** 주향이 NS이면 경사 방향은 E 또는 W이고, 주향이 Nx°E이면 경사 방향은 NW 또는 SE이다.
- **지질도에 표시된 색:** 일반적으로 화성암은 붉은색 계열, 퇴적암은 푸른색 계열, 변성암은 갈색 계열로 표시한다.

1. 주향선이 진북에 대하여 10° 서쪽을 향하고 있다면 주향은 ( )이다.
2. 주향이 NS라면 가능한 경사 방향은 ( ) 또는 ( )이다.
3. 지층의 경사 방향이 남동쪽이고 경사각이 30°라면 경사는 ( )이다.
4. 주향이 EW이고 경사가 45°인 지층을 기호로 나타내면 ( )이다.
5. 지질도에서 경사 방향은 고도가 ( )은 주향선에서 고도가 ( )은 주향선 쪽으로 수직이 되도록 그은 화살표의 방향이다.

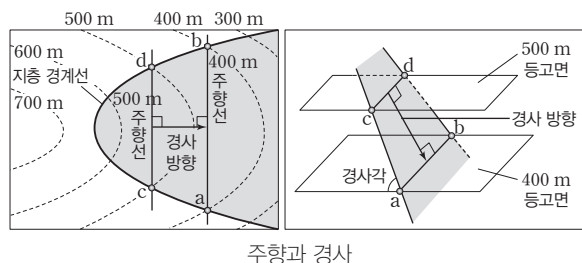
## (3) 지질도 해석

### ① 등고선과 지층 경계선의 관계



### ② 지질도에서 지층의 주향과 경사 구하기

- **주향:** 지층 경계선이 같은 고도의 등고선과 만나는 두 점을 연결한 직선(주향선)의 방향
- **경사 방향:** 어떤 지층 경계선 상에서 고도가 높은 주향선에서 낮은 주향선 쪽으로 주향선에 수직이 되도록 그은 화살표의 방향



주향과 경사

### 정답

1. N10°W
2. E, W
3. 30°SE
- 4.
5. 높, 낮

개념 체크

- **지질도에서의 주향:** 지층 경계선이 같은 고도의 등고선과 만나는 두 점을 연결한 직선을 '주향선'이라 하고, 주향선의 방향을 '주향'이라고 한다.
- **지질도에서의 경사 방향:** 하나의 지층 경계선이 만드는 주향선 중 고도가 높은 주향선에서 고도가 낮은 주향선 쪽으로 수직이 되도록 그은 화살표의 방향

1. 지질도에서 한 지층 경계선이 다른 지층 경계선을 덮으며, 덮은 선을 경계로 다른 지층이 나타나는 지질 구조는 ( )이다.
2. 지질도에서 단층은 지층 경계선이 ( )져 있고, 끊어진 선을 경계로 같은 지층이 반복된다.
3. 지체 구조에서 지형적으로나 구조적으로 특정한 방향성을 나타내지 않는 암석들이 모여 있는 지역을 ( )라고 한다.
4. 옥천 습곡대는 북동부의 비변성대인 ( ) 분지와 남서부의 변성대인 ( ) 분지로 구분된다.

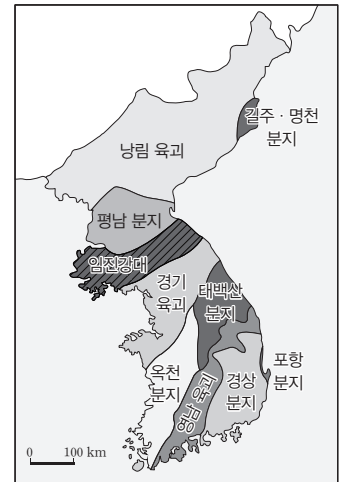
③ 지질도에서 지질 구조 해석

습곡	부정합	단층
<p>지층 경계선이 습곡축을 중심으로 대체로 대칭을 이루며, 습곡축을 중심으로 경사의 방향은 반대이다.</p>	<p>한 지층 경계선이 다른 지층 경계선을 덮으며, 덮은 선을 경계로 다른 지층이 나타난다.</p>	<p>지층 경계선이 끊어져 있고, 끊어진 선을 경계로 같은 지층이 반복된다.</p>

2 한반도의 지질

(1) 한반도의 지체 구조

- ① 지체 구조: 암석의 종류와 연령, 지각 변동에 의한 특정한 지질 구조 등에 따라 여러 지역으로 나눈 것
- ② 육괴: 지형적으로나 구조적으로 특정한 방향성을 나타내지 않는 암석들이 모여 있는 지역이다. 주로 선캄브리아 시대의 암석으로 이루어져 있으며, 고생대 이후에는 대체로 육지로 드러나 있었다. 우리나라에서는 낭림 육괴, 경기 육괴, 영남 육괴 등이 발달해 있다. 이 지역들은 주로 선캄브리아 시대의 변성암류인 편마암과 편암 및 이들을 관입한 중생대의 화강암류로 구성되어 있다.
- ③ 퇴적 분지: 고생대 이후에 바다나 호수에 퇴적층이 쌓여 형성된 곳으로, 퇴적암이 발달해 있다. 태백산 분지는 영월-태백 지역에 위치하고, 평남 분지는 고생대에 생성된 퇴적암으로 이루어져 있으며, 경상 분지는 백악기에 하천과 호수에서 생성된 퇴적암과 화산암으로 이루어져 있다. 또, 동해안 쪽에 소규모로 분포하는 포항 분지와 길주·명천 분지에는 신생대(네오기)의 퇴적암이 쌓여 있다.
- ④ 습곡대: 암석이 습곡이나 단층에 의해 복잡하게 변형된 지역이다. 북동-남서 방향으로 길게 분포하는 옥천 습곡대는 북동부의 비변성대인 태백산 분지와 남서부의 변성대인 옥천 분지로 구분되고, 임진강대는 옥천대와 같이 습곡 작용을 받은 지역이다.

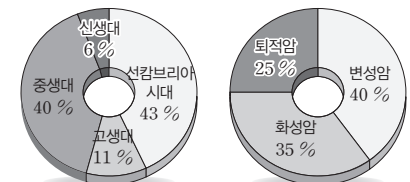


한반도의 지체 구조

(2) 한반도의 시대별 지질 분포

① 한반도의 암석 분포

- 지질 시대별 분포: 선캄브리아 시대(약 43%) > 중생대(약 40%) > 고생대(약 11%) > 신생대(약 6%)
- 암석의 종류별 분포: 변성암(약 40%) > 화성암(약 35%) > 퇴적암(약 25%)



지질 시대별 암석 분포

종류별 암석 분포

정답

1. 부정합
2. 끊어
3. 육괴
4. 태백산, 옥천

② 선캄브리아 시대

- 경기 육괴, 영남 육괴, 낭림 육괴에 널리 분포한다. → 구성 암석이 다양하며, 지층이 심하게 변형되어 지질 구조가 복잡하고 화석이 거의 산출되지 않는다.
- 선캄브리아 변성암 복합체: 지층의 선후 관계와 정확한 지질 시대를 파악하기 어려운데, 이 시기의 암석을 선캄브리아 변성암 복합체라고 한다.
- 시생 누대의 암석: 인천광역시 대이작도에서 발견된 혼성암이 있으며 약 25억 년 전에 생성되었다.
- 원생 누대의 암석: 평안남도 와 황해도 일부, 인천광역시의 백령도, 대청도, 소청도 일대에 분포하며, 규암, 석회암, 점판암 등으로 구성되어 있다. 소청도의 대리암층에서는 원생 누대 후기에 남세균의 활동으로 형성된 스트로마톨라이트가 산출된다.

③ 고생대: 조산 운동과 같은 큰 지각 변동이 일어나지 않았던 평온한 시기였다.

구분	조선 누층군	평안 누층군
퇴적 시기	캄브리아기 ~ 오르도비스기 중기	석탄기 ~ 트라이아스기 전기
지층	석회암, 사암, 셰일 등의 두꺼운 해성층	• 상부: 사암, 셰일 등의 육성층, 양질의 무연탄층 • 하부: 사암, 셰일, 석회암 등의 해성층
화석	삼엽충, 완족류, 필석류, 코노돈트	양치식물, 완족류, 방추충, 산호

- 회동리층: 강원도 정선 부근에서 실루리아기의 코노돈트 화석이 발견된 지층이다.
- 고생대 중기까지 해침과 해퇴가 반복되던 한반도 일부 지역이 고생대 후기에 육지로 드러났다.

④ 중생대: 현생 누대 중 조산 운동과 화성 활동이 가장 활발했던 시기로, 중생대 지층은 모두 육성층이다.

구분	대동 누층군	경상 누층군
퇴적 시기	트라이아스기 후기 ~ 쥐라기 중기	백악기
지층	사암, 셰일, 역암, 석탄층	사암, 셰일, 역암, 응회암, 화산암
화석	담수 연체동물, 민물고기, 소철류, 은행류	민물조개, 공룡의 뼈와 발자국, 연체동물, 절지동물, 새의 발자국

- 송림 변동: 트라이아스기, 고생대층이 습곡과 단층 작용을 받아 복잡하게 변형되었고, 단층선을 따라 퇴적 분지가 만들어졌다.
- 대보 조산 운동: 쥐라기 이전에 퇴적되었던 고생대 지층과 대동 누층군의 지층이 크게 변형되었으며, 대규모의 화강암류가 관입하였다. 이 화강암은 북동-남서 방향으로 분포하는데, 이를 대보 화강암이라고 한다.
- 불국사 변동: 백악기 후기에 일어나 한반도 남부를 중심으로 화강암의 관입과 화산암의 분출이 활발하게 일어났다. 이 변동으로 경상 분지를 중심으로 여러 지역에 화강암류가 관입하였는데, 이 화강암을 불국사 화강암이라고 한다.

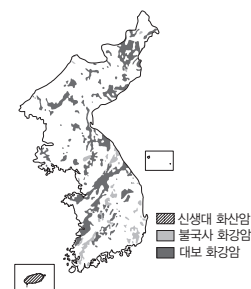
⑤ 신생대: 주로 동해안을 따라 작은 규모로 분포하며, 소규모의 화산 활동이 일어났다.

- 네오기 지층: 함경북도, 평안남도, 황해도 일대에 소규모의 육성층이 분포한다. 길주·명천 분지와 포항 분지 등에 해성층이 퇴적되었다. 주로 사암, 셰일, 역암 및 응회암으로 이루어져 있으며, 유공충과 연체동물, 규화목 및 식물 화석이 발견된다.

개념 체크

● 우리나라의 지질 계통

- 선캄브리아 시대: 경기 변성암 복합체, 시생 누대의 암석, 원생 누대의 암석
- 고생대: 조선 누층군 → (회동리층) → 평안 누층군
- 중생대: 대동 누층군 → 경상 누층군
- 신생대: 연일층군 → 제4기층
- 결론: 현재까지 발견하지 못한 층
- 육성층: 육지에서 퇴적된 지층
- 해성층: 바다에서 퇴적된 지층
- 우리나라의 주요 화성암



1. 인천광역시 소청도의 대리암층에서는 ( ) 누대 후기에 남세균의 활동으로 형성된 ( )가 산출된다.
2. 고생대 캄브리아기부터 오르도비스기 중기까지 퇴적된 해성층은 ( ) 누층군이다.
3. 평안 누층군의 하부는 ( )층, 상부는 ( )층으로 되어 있다.
4. ( ) 화강암은 중생대 백악기 후기에 경상 분지를 중심으로 여러 지역에 화강암류가 관입하여 형성되었다.

정답

1. 원생, 스트로마톨라이트
2. 조선
3. 해성, 육성
4. 불국사

개념 체크

● 층, 층군, 누층군

- 층: 암석의 층서 단위에서 가장 기본이 되는 것
- 층군: 2개 이상의 층을 묶은 것
- 누층군: 2개 이상의 층군을 묶은 것

● **대보 조산 운동**: 한반도에서 일어났던 지각 변동 중 가장 격렬했던 것으로 쥐라기에 일어났다.

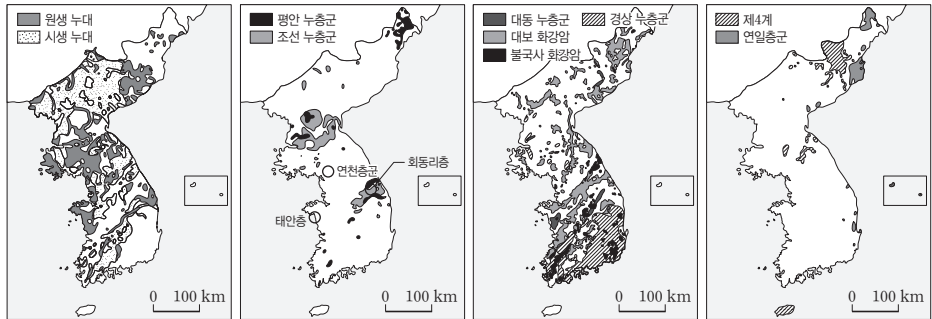
1. 암석의 층서 단위에서 2개 이상의 층을 묶은 것을 ( )이라고 하고, 2개 이상의 층군을 묶은 것을 ( )이라고 한다.

2. 신생대 ( )기의 화산 활동으로 백두산, 울릉도, 독도, 제주도, 철원 등에 현무암이 형성되었다.

3. 한반도에 일어났던 지각 변동 중 가장 격렬했던 지각 변동은 중생대 쥐라기에 일어난 ( )이다.

4. 석탄층은 ( ) 누층군과 ( ) 누층군에서 주로 나타난다.

· 제4기 지층과 암석: 제주도 서귀포와 성산포 일대에 분포한다. 특히 서귀포 일대에서는 이매패류, 완족류, 산호, 유공충 등의 화석이 풍부하게 발견된다. 화산 활동으로 백두산, 울릉도와 독도, 제주도, 철원 등에 현무암이 형성되었다.



우리나라의 지질 시대별 암석 분포

지질 시대		지질 계통	특징
신생대	제4기	연일층군	육성층/해성층
	네오기		부정합
	팔레오기	결층	
중생대	백악기	경상 누층군	육성층, 공룡 화석
	쥐라기	대동 누층군	부정합
	트라이아스기		대보 조산 운동
		결층	
고생대	페름기	평안 누층군	육성층, 석탄층
	석탄기		해성층, 석회암
	데본기		부정합
	실루리아기	회동리층(실루리아계)	결층
	오르도비스기		부정합
	캄브리아기	조선 누층군	해성층, 석회암
	선캄브리아 시대 (사생 누대, 원생 누대)	선캄브리아 시대층	부정합
		변성암 복합체	

우리나라의 지질 계통과 특징

정답

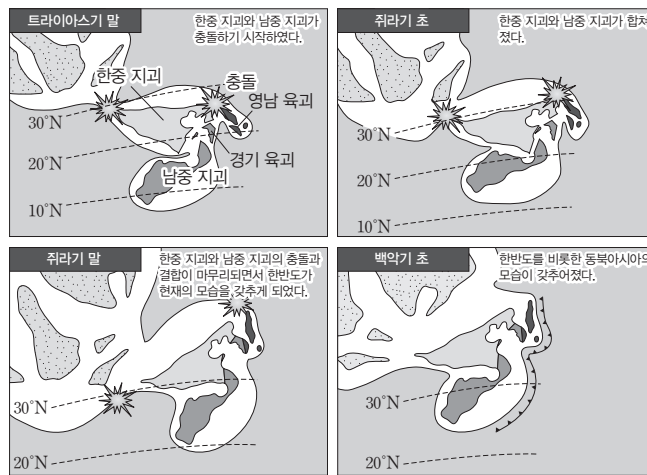
1. 층군, 누층군
2. 제4
3. 대보 조산 운동
4. 평안, 대동

### 3 한반도의 형성

(1) **고생대의 한반도**: 고지자기 분석에 의하면 한반도는 적도 부근에 위치한 곤드와나 대륙의 주변에 있었다. 바다에서 번성했던 삼엽충과 온난 다습한 곳에 살았던 고사리 화석이 강원도 일대에서 많이 발견된 것을 통해 고생대에 이 지역은 저위도에 있었으며, 한때 바다에 잠겨 있었을 것으로 추정된다.

#### (2) 중생대의 한반도

- ① 고생대 곤드와나 대륙은 남반구에 위치해 있었다. 고생대 후기에 들어 곤드와나 대륙이 분리되기 시작하여, 약 2억 6천만 년 전 곤드와나 대륙 북쪽 가장자리에서 한중 지괴와 남중 지괴들이 떨어져 나가 북쪽으로 이동하다가 중생대에 서로 충돌하여 합쳐지면서 지각 변동이 활발하게 일어났다.
- ② 트라이아스기에는 두 지괴가 충돌하여 송림 변동이 일어나 많은 고생대 지층이 변형되었다.
- ③ 쥐라기에는 두 지괴가 합쳐지면서 대조산 운동이 일어났으며, 이 과정에서 일어난 화성 활동으로 대조 화강암이 만들어졌다. 북한산과 계룡산을 비롯한 여러 지역에서는 대조 화강암으로 이루어진 지형을 관찰할 수 있다. 하나로 합쳐진 두 지괴는 계속 북쪽으로 이동하여 유라시아 대륙과 충돌하면서 한반도를 비롯한 동북아시아의 모습이 점차 현재와 비슷한 모습이 되었다.

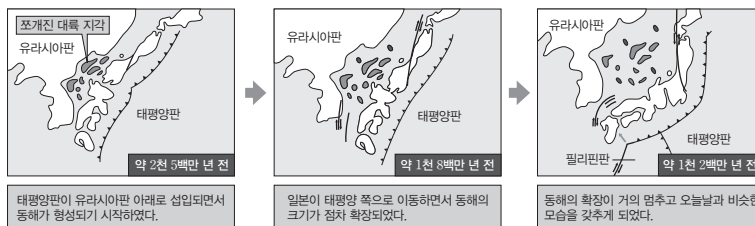


한반도의 형성 과정

④ 백악기에는 고대평양판이 한반도 아래로 섭입되면서 마그마의 관입과 분출이 활발하게 일어나 불국사 화강암과 화산 퇴적물이 만들어졌다. 불국사 화강암과 화산 퇴적물은 이 시기에 형성된 경상 분지에 주로 분포한다.

#### (3) 신생대의 한반도

① 약 2천 5백만 년 전에 태평양판이 일본 아래로 섭입하면서 동해가 형성되기 시작하였고, 확장되었다.



동해의 형성 과정

- ② 약 450만 년 전에 화산 분출이 일어나 독도가 만들어졌고, 이후 울릉도가 형성되기 시작하였다.
- ③ 백두산이 형성되기 시작하였고, 한라산은 약 170만 년 전에 일어난 화산 활동으로 만들어졌다.

#### 개념 체크

● **한반도의 형성 과정**: 한중 지괴와 남중 지괴의 봉합이 진행되면서 격렬한 조산 운동이 진행되었고, 북동-남서 방향의 한반도 주요 산맥이 형성되었다.

1. 삼엽충 화석이 발견되는 강원도의 지층을 통해서 한반도의 땅이 과거에 열대의 ( )였음을 알 수 있다.
2. 중생대 쥐라기에는 한중 지괴와 남중 지괴가 합쳐지면서 ( )이 일어났다.
3. ( )대에는 한반도와 일본의 사이가 열리면서 동해가 형성되었다.

#### 정답

1. 바다
2. 대조산 운동
3. 신생

개념 체크

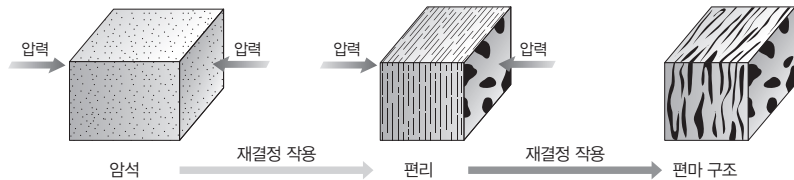
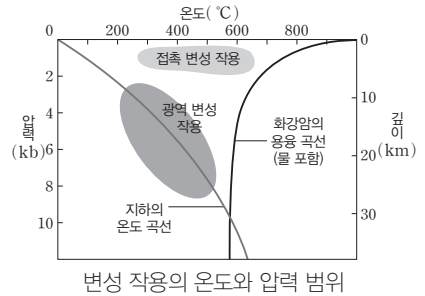
- **접촉 변성 작용:** 마그마의 접촉부를 따라 일어나는 변성 작용으로, 혼펠스 조직이나 입상 변정질 조직이 발달한다.
- **광역 변성 작용:** 조산 운동이 일어나는 지역에서 열과 압력에 의해 일어나는 변성 작용으로, 엽리(편리, 편마 구조)가 발달한다.

1. ( ) 변성 작용은 마그마가 관입할 때 방출된 열에 의해 마그마와의 접촉부를 따라서 일어난다.
2. 혼펠스에서는 ( ) 조직이 잘 나타나고, 규암이나 대리암에서는 ( ) 조직이 잘 나타난다.
3. ( ) 변성 작용은 조산 운동이 일어나는 지역에서 넓은 범위에 걸쳐 열과 압력에 의해 일어난다.
4. 광물들이 압력이 작용한 방향의 직각 방향으로 배열되어 방향성을 갖는 조직을 ( )라고 한다.
5. 세일이 광역 변성 작용을 받으면 변성 정도가 증가하면서 점판암, ( ), ( ), 편마암이 생성된다.

4 한반도의 변성 작용

(1) 변성 작용

- ① **접촉 변성 작용:** 마그마가 관입할 때 방출된 열에 의해 마그마와의 접촉부를 따라 일어나는 변성 작용으로, 혼펠스 조직이나 입상 변정질 조직이 발달할 수 있다.
  - 혼펠스 조직: 입자의 방향성이 없으며, 치밀하고 균질하게 짜여진 조직 → 세일이 접촉 변성 작용을 받아 생성된 혼펠스에서 잘 나타난다.
  - 입상 변정질 조직: 방향성이 없이 원암의 구성 광물들이 재결정되어 크기가 커진 조직 → 대리암이나 규암에서 잘 나타난다.
- ② **광역 변성 작용:** 조산 운동이 일어나는 지역에서 넓은 범위에 걸쳐 열과 압력에 의해 일어나는 변성 작용으로, 엽리(편리, 편마 구조)가 발달할 수 있다.
  - 엽리: 광물들이 압력이 작용한 방향의 직각 방향으로 배열되어 방향성을 갖는 조직을 엽리라고 한다. → 엽리는 줄무늬의 두께에 따라 편리와 편마 구조로 구분할 수 있다.
    - 편리: 유색 광물과 무색 광물이 재배열되면서 얇은 줄무늬를 갖는 구조
    - 편마 구조: 유색 광물과 무색 광물이 재배열되면서 두꺼운 줄무늬를 갖는 구조



(2) 변성 작용과 변성암의 종류

변성 작용	원래의 암석	변성암		
		변성 후 암석	조직	엽리 유무
접촉 변성 작용	사암	규암	입상 변정질 조직	엽리 없음
	석회암	대리암		
	세일	혼펠스	혼펠스 조직	
광역 변성 작용	세일	점판암	쪼개짐	엽리 발달
		천매암		
		편암	편마 구조	
		편마암		
	현무암	각섬암	엽리	
화강암	(화강) 편마암			

(※ 규암과 대리암은 광역 변성 작용에 의해서도 만들어질 수 있음)

(3) 한반도의 변성암

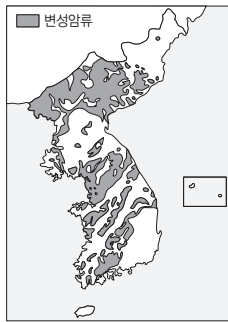
- ① 한반도에서 가장 오래된 암석은 선캄브리아 시대의 경기 육괴에 속하며, 인천 앞바다에 있는 대이작도를 구성하는 혼성암이다. → 이 혼성암은 약 25억 년 전에 광역 변성 작용을 받아 형성되었다.

정답

1. 접촉
2. 혼펠스, 입상 변정질
3. 광역
4. 엽리
5. 천매암, 편암

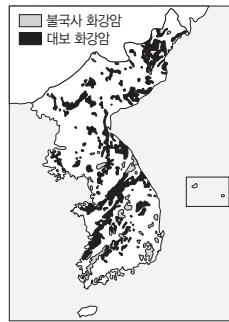


- ② 경기 육괴와 영남 육괴에 분포하는 대부분의 편마암들은 약 18억 년 전~20억 년 전에 광역 변성 작용을 받아 다양한 형태의 지질 구조로 형성되었다.
- ③ 태백산 분지, 옥천 분지, 임진강대, 경기 육괴 등에 분포하는 기존의 암석들은 고생대 말에서 중생대 초기까지 한반도에 영향을 준 송림 변동에 의해 광역 변성 작용을 받았다.
- ④ 중생대 중기와 말기 동안 일어난 대보 조산 운동과 불국사 변동은 접촉 변성 작용을 수반하였다. 그 결과 관입한 화성암체와 접하고 있는 기존의 이암과 같은 퇴적암들은 고온의 마그마와 유체 때문에 변성되어 조직이 치밀하고 단단한 혼펠스로 변성되었다.



선캄브리아 시대 변성암

- 암석: 편마암, 편암, 규암
- 조직: 편리나 편마 구조와 같은 엽리가 뚜렷하게 나타난다.
- 기타: 변성암 분포 지역이 북북동-남남서의 방향성을 보인다.



중생대 화성암

- 암석: 화강암, 이암, 혼펠스
- 조직: 화강암과 이암 경계부에서 혼펠스가 나타난다.
- 기타: 화강암류의 분포가 북동-남서의 방향성을 보이며, 동해안과 남부 지방에도 곳곳에서 나타난다.

개념 체크

- 편마암: 조립질 암석이 압력을 받거나 편리가 발달한 암석이 더욱 심한 압력과 열을 받으면 재결정 작용으로 결정이 커지며 불규칙한 평행 구조가 나타나는데 이것을 편마 구조라 하고 편마 구조가 발달한 암석을 편마암이라고 한다.
- 혼펠스: 접촉 변성 작용에 의해 만들어진 변성암에서 기존의 암석보다 치밀하고 단단한 세립질 조직이 나타나는데, 이것을 혼펠스 조직이라 하고, 그러한 변성암을 혼펠스라고 한다.

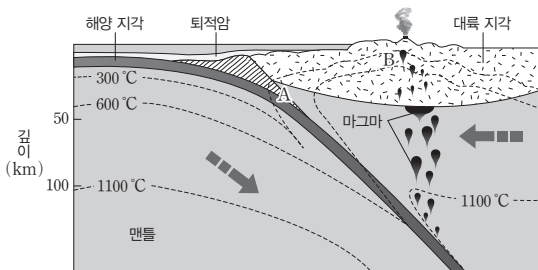
1. 한반도에서 가장 오래된 암석은 인천 앞바다에 있는 대이작도를 구성하는 혼성암으로, 약 25억 년 전에 ( ) 변성 작용을 받아 형성되었다.

2. 대보 조산 운동과 불국사 변동으로 관입한 화성암체와 접하고 있는 기존의 이암과 같은 퇴적암들은 ( ) 로 변성되었다.

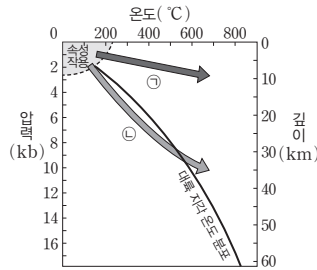
탐구자료 살펴보기 판 경계에서의 변성 작용 알아보기

탐구 자료

그림 (가)는 수렴형 경계 부근의 서로 다른 위치에서 일어나는 변성 작용을, (나)는 (가)의 A, B에서 일어나는 변성 과정을 온도-압력 그래프에 나타낸 것이다.



(가)



(나)

자료 분석

1. A는 해양판이 대륙판 아래로 섭입하면서 횡압력을 받아 변성 작용이 일어나는 지역으로, 섭입에 따른 온도 증가와 함께 압력이 크게 작용하는 것을 알 수 있다.
2. B는 암석이 마그마와 접촉하여 변성 작용이 일어나는 지역으로, 압력의 증가보다 온도의 증가가 크게 영향을 주는 것을 알 수 있다.

분석 point

1. A는 횡압력을 받아 압력이 커지고 온도도 상승하여 변성 작용이 일어난다. → (가)의 A 구역에서의 변성 작용은 (나)의 ㉠ 과정으로 일어난다.
2. B는 마그마와 접촉하는 지역으로 고온·저압형의 접촉 변성 작용이 일어난다. → (가)의 B 구역에서의 변성 작용은 (나)의 ㉡ 과정으로 일어난다.

정답

1. 광역
2. 혼펠스

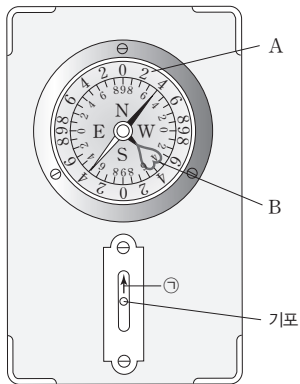
**01** 다음은 주향과 경사에 대해 학생 A, B, C가 나눈 대화를 나타낸 것이다. [23030-0081]



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A                      ② C                      ③ A, B
- ④ B, C                  ⑤ A, B, C

**02** 그림은 클리노미터의 구조를 나타낸 것이다. [23030-0082]



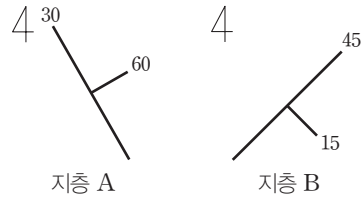
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 주향을 측정할 때 사용하는 눈금이다.  
 ㄴ. B는 항상 지구 자기장 방향을 가리킨다.  
 ㄷ. 주향을 측정할 때는 기포를 ㉠ 방향으로 이동시켜야 한다.

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

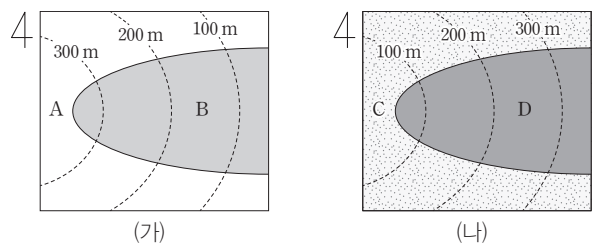
**03** 그림은 지층 A와 B의 주향과 경사를 나타낸 것이다. [23030-0083]



A의 주향과 B의 경사를 옳게 짝 지은 것은?

- | A의 주향   | B의 경사 |
|---------|-------|
| ① N30°W | 45°NE |
| ② N30°W | 15°SE |
| ③ N30°W | 45°SW |
| ④ N60°E | 15°SE |
| ⑤ N60°E | 45°NE |

**04** 그림 (가)와 (나)는 서로 다른 두 지역의 지질도이다. [23030-0084]



A~D층에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

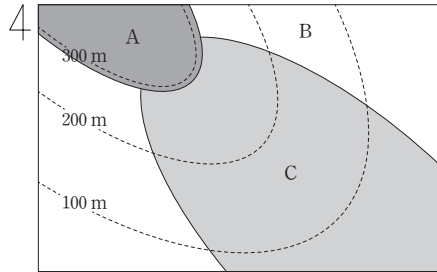
보기

ㄱ. A의 주향은 NS이다.  
 ㄴ. B와 D의 경사 방향은 같다.  
 ㄷ. C는 D보다 먼저 생성되었다.

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

05 그림은 어느 지역의 지질도이다.

[23030-0085]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

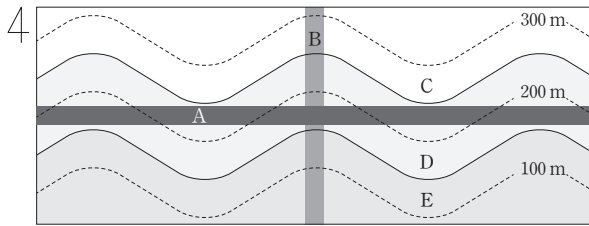
보기

- ㄱ. A층은 수평층이다.
- ㄴ. C층의 경사 방향은 북서쪽이다.
- ㄷ. 지층의 생성 순서는 C → B → A이다.

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

06 그림은 관입암 A, B와 지층 C, D, E가 있는 어느 지역의 지질도이다.

[23030-0086]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

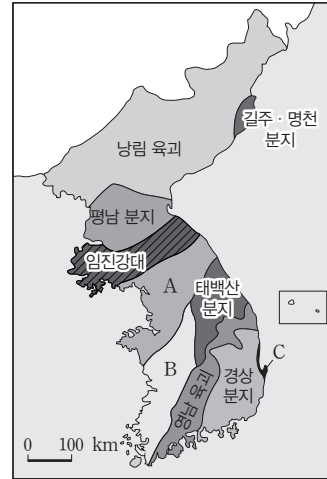
보기

- ㄱ. 이 지역에는 습곡이 발달해 있다.
- ㄴ. A는 D를 수직으로 관입하였다.
- ㄷ. A~E 중 A가 가장 나중에 생성되었다.

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

07 그림은 한반도의 지체 구조를 나타낸 것이다.

[23030-0087]



A, B, C에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 육괴에 해당한다.
- ㄴ. B는 변성 작용을 받은 적이 있다.
- ㄷ. C는 고생대에 퇴적되었다.

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

08 표는 누층군 A와 B의 퇴적 시기와 발견되는 화석을 나타낸 것이다.

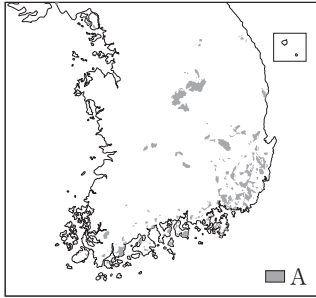
[23030-0088]

구분	A	B
퇴적 시기	캄브리아기~오르도비스기 중기	백악기
화석	삼엽충, 완족류, 필석류, 코노돈트	민물조개, 공룡의 뼈와 발자국, 연체동물, 절지동물, 새의 발자국

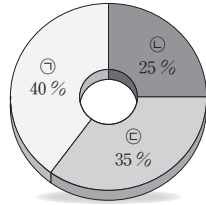
A와 B의 명칭을 옳게 짝 지은 것은?

- | A        | B      |
|----------|--------|
| ① 경상 누층군 | 조선 누층군 |
| ② 대동 누층군 | 평안 누층군 |
| ③ 조선 누층군 | 대동 누층군 |
| ④ 조선 누층군 | 경상 누층군 |
| ⑤ 평안 누층군 | 조선 누층군 |

09 그림 (가)는 백악기에 생성된 화강암 A의 분포를, (나)는 한반도의 암석 분포 비율을 나타낸 것이다. ㉠, ㉡, ㉢은 각각 화성암, 퇴적암, 변성암 중 하나이다.



(가)



(나)

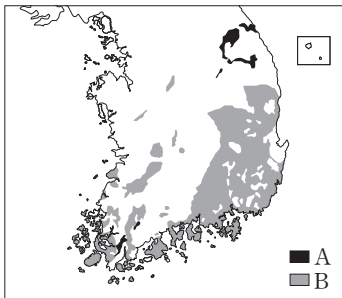
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 불국사 화강암이다.
- ㄴ. ㉠은 변성암이다.
- ㄷ. A는 ㉢에 해당한다.

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

10 그림은 누층군 A와 B의 분포를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 경상 누층군과 평안 누층군 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 해성층을 포함한다.
- ㄴ. B에서는 암모나이트 화석이 발견된다.
- ㄷ. A와 B의 모든 지층은 중생대에 퇴적되었다.

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

11 그림은 한반도의 지질 계통을 나타낸 것이다.

지질 시대	고생대					중생대			신생대			
	캄브리아기	오르도비스기	실루리아기	데본기	석탄기	페름기	트라이아스기	쥐라기	백악기	팔레오기	네오기	제 4기
지질 계통	A	회동리층				B	C		D			E

■ 결층

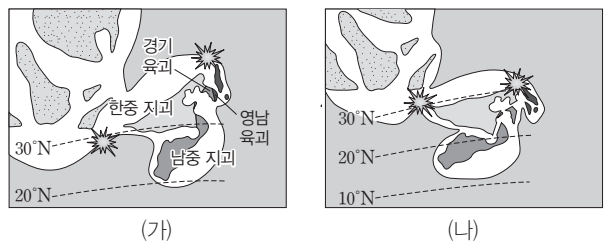
지층 A~E에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A에서는 석회암층이 발견된다.
- ㄴ. B와 E는 육성층을 포함한다.
- ㄷ. C와 D는 모두 대보 조산 운동이 일어난 이후에 퇴적되었다.

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

12 그림 (가)와 (나)는 한반도의 형성 과정을 설명하는 어느 연구 결과에서 쥐라기 초와 쥐라기 말의 지괴 분포를 순서 없이 나타낸 것이다.



(가)

(나)

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 경기 육괴의 위도는 (가)에서가 (나)에서보다 높다.
- ㄴ. (나)는 쥐라기 초의 지괴 분포이다.
- ㄷ. 한반도는 여러 지괴가 합쳐져 형성되었다.

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

**13** [23030-0093] 그림 (가), (나), (다)는 동해의 형성 과정을 시간에 따라 나타낸 것이다.



(가) 약 2500만 년 전 (나) 약 1800만 년 전 (다) 약 1200만 년 전

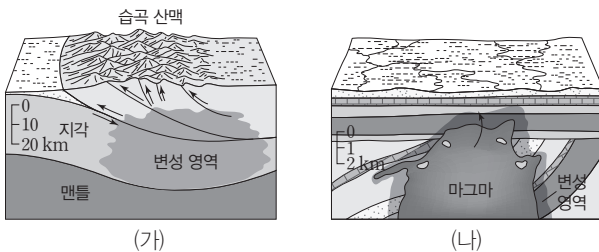
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가) 시기에 태평양판은 유라시아판 아래로 섭입하였다.
- ㄴ. 동해의 면적은 (나) 시기가 (다) 시기보다 넓었다.
- ㄷ. 독도는 (다) 시기 이후에 형성되었다.

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

**14** [23030-0094] 그림 (가)와 (나)는 접촉 변성 작용과 광역 변성 작용이 일어나는 환경을 순서 없이 나타낸 것이다.



(가)

(나)

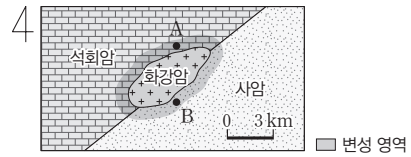
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 광역 변성 작용이 일어나는 환경이다.
- ㄴ. (나)에서 변성 작용의 주요 요인은 열이다.
- ㄷ. 변성 작용이 일어나는 영역은 (가)가 (나)보다 넓다.

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

**15** [23030-0095] 그림은 마그마의 관입에 의해 변성 작용이 일어난 지역의 지질도이다.



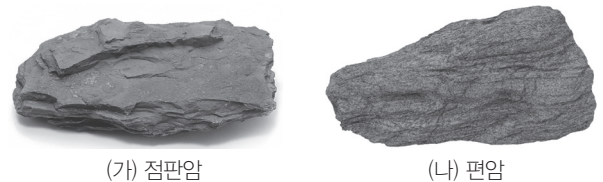
변성암 A와 B에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 규암이다.
- ㄴ. B에는 입상 변정질 조직이 나타난다.
- ㄷ. A와 B는 접촉 변성 작용에 의해 생성되었다.

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

**16** [23030-0096] 그림 (가)와 (나)는 서로 다른 종류의 변성암을 나타낸 것이다.



(가) 점판암

(나) 편암

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 생성 과정에서 (가)는 (나)보다 높은 열과 압력을 받았다.
- ㄴ. (나)에는 편리가 나타난다.
- ㄷ. (가)와 (나)는 셰일이 변성 작용을 받아 생성될 수 있다.

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

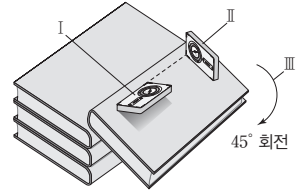
[23030-0097]

주향은 클리노미터의 자침이 가리키는 바깥쪽 눈금을 읽고, 경사는 클리노미터의 경사추가 가리키는 안쪽 눈금을 읽는다.

01 다음은 주향과 경사를 측정하는 탐구 활동이다.

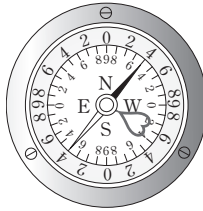
[탐구 과정]

- (가) 실험대 위에 여러 권의 책을 쌓고, 다른 책을 비스듬하게 기대어 놓는다.
- (나) 그림의 I 과 같이 책에 클리노미터의 긴 모서리를 대고 수평을 맞춘 후 클리노미터의 N극이 가리키는 눈금을 읽는다.
- (다) 그림의 II 와 같이 클리노미터를 주향에 수직이 되도록 세운 후 경사추가 가리키는 눈금을 읽는다.
- (라) 그림의 III 과 같이 책의 경사 각도를 일정하게 유지하면서 방향을 시계 방향으로 45° 회전한 후 책의 주향과 경사를 측정한다.

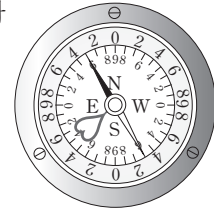


[탐구 결과]

• (나)의 결과



• (다)의 결과



• (라)의 결과 책의 주향은 ( ㉠ )이고, 경사는 ...

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

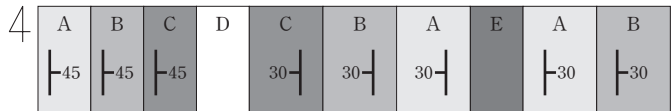
㉠ 보기

- ㉠. (나)는 주향을 측정하기 위한 과정이다.
- ㉡. (다)의 결과에서 경사각은 40°이다.
- ㉢. 편각이 0°일 때, ㉠은 N5°E이다.

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

주향과 경사를 기호로 표시할 때 긴 선은 주향, 짧은 선은 경사를 의미한다.

02 그림은 습곡이 발달하고 고도가 일정한 어느 지역의 지질도이다.



[23030-0098]

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

㉠ 보기

- ㉠. D층의 서쪽에 위치한 A층은 E층의 동쪽에 위치한 A층보다 경사가 급하다.
- ㉡. B층은 C층보다 나중에 생성되었다.
- ㉢. 배사 구조는 향사 구조보다 서쪽에서 나타난다.

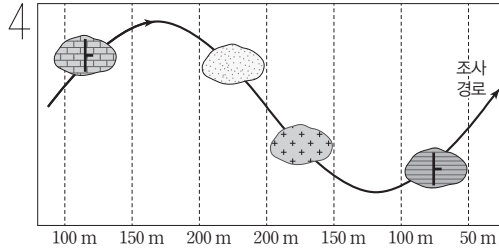
- ① ㉠
- ② ㉡
- ③ ㉠, ㉢
- ④ ㉡, ㉢
- ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

**03** 그림 (가)는 어느 지역의 노두 A~D를 조사한 결과를, (나)는 (가)를 토대로 작성한 노선 지질도와 조사 경로를 나타낸 것이다.

[23030-0099]

- (가)
- A에서 경사진 셰일층이 발견됨
  - B에서 화강암이 발견됨
  - C에서 수평인 사암층이 발견됨
  - D에서 경사진 석회암층이 발견됨

(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

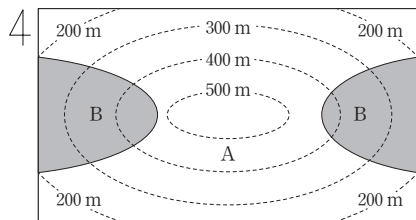
- ㄱ. B의 화강암은 (나)에 푸른색 계열로 표시한다.
- ㄴ. '⊕'는 (나)의 사암층에 표시할 지질 기호로 적절하다.
- ㄷ. 노두의 조사 순서는 A → B → C → D이다.

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

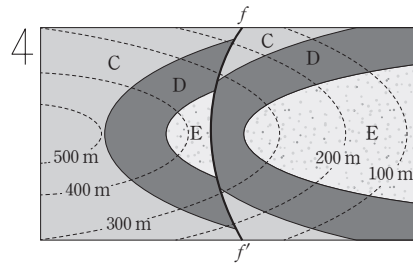
지질도에 암석과 지층을 색깔로 표시할 때 일반적으로 화강암은 붉은색 계열, 퇴적암은 푸른색 계열, 변성암은 갈색 계열로 표시한다.

**04** 그림 (가)와 (나)는 각각 습곡과 단층이 발달한 두 지역의 지질도를 나타낸 것이다.

[23030-0100]



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에서는 배사 구조가 나타난다.
- ㄴ. (나)에서 단층 f-f'는 역단층이다.
- ㄷ. 지층 A와 지층 E의 생성 시기가 같다면, 지층 B, C, D 중 가장 오래된 지층은 C이다.

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

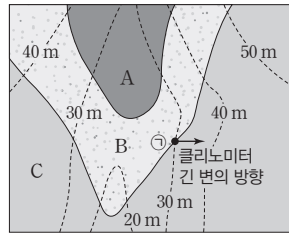
습곡은 지층 경계선이 대체로 대칭적인 분포를 보이며, 단층은 하나의 지층 경계선이 다른 지층 경계선을 끊으면서 경계선의 양쪽에서 같은 지층이 반복적으로 나타난다.

지층의 경사 방향은 지층 경계선상에서 고도가 높은 주향선에서 낮은 주향선 쪽으로 주향선에 수직이 되도록 그은 화살표의 방향이다.

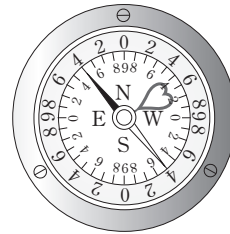
부정합인 경우 한 지층 경계선이 다른 지층 경계선을 덮으며, 덮은 선을 경계로 다른 지층이 나타난다.

[23030-0101]

05 그림 (가)는 지층 A, B, C가 분포하고 편각이  $8^\circ W$ 인 어느 지역의 등고선과 지층 경계선의 분포를, (나)는 ㉠ 지점에서 B의 주향을 클리노미터로 측정된 결과를 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

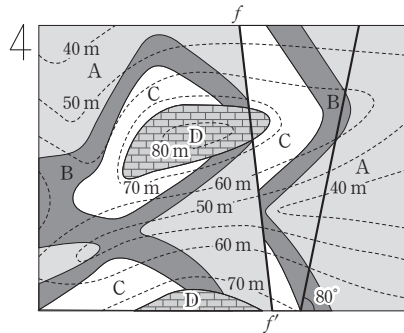
보기

- ㄱ. B의 주향은  $N48^\circ E$ 이다.
- ㄴ. C의 경사 방향은 남동쪽이다.
- ㄷ. 가장 오래된 지층은 A이다.

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

[23030-0102]

06 그림은 어느 지역의 지질도이다.



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

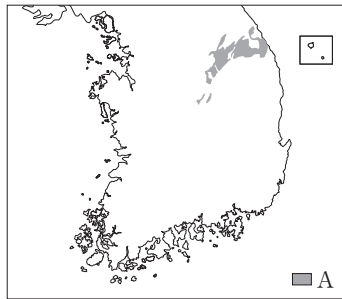
- ㄱ. 단층  $f-f'$ 의 동쪽에 위치한 A층의 주향은  $N10^\circ E$ 이다.
- ㄴ. B층과 D층은 부정합 관계이다.
- ㄷ. 향사 구조가 나타난다.

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

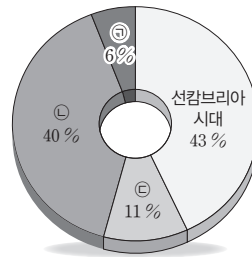


07 그림 (가)는 누층군 A의 분포를, (나)는 한반도의 지질 시대별 암석 분포 비율을 나타낸 것이다.

[23030-0103]



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

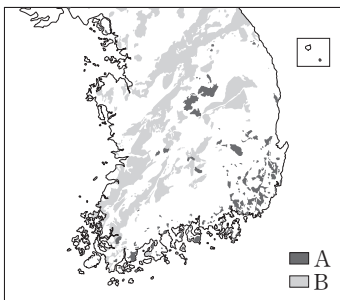
- ㄱ. A에서는 완족류, 필석류 화석이 발견된다.
- ㄴ. ㉠ 시기에는 송림 변동이 일어났다.
- ㄷ. A는 ㉟ 시기에 생성되었다.

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

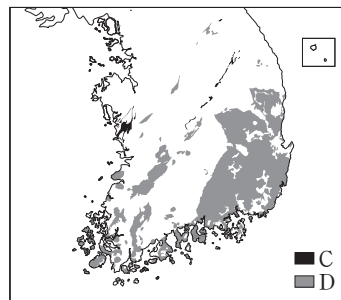
조선 누층군은 강원도 태백, 삼척, 영월, 평창, 정선 등지에 분포하는 고생대 해성층이다.

08 그림 (가)는 서로 다른 시기에 생성된 화성암 A와 B의 분포를, (나)는 서로 다른 시기에 생성된 지층 C와 D의 분포를 나타낸 것이다.

[23030-0104]



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 B보다 먼저 생성되었다.
- ㄴ. C에서는 석탄층이 발견된다.
- ㄷ. D는 B의 관입으로 변성되었다.

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

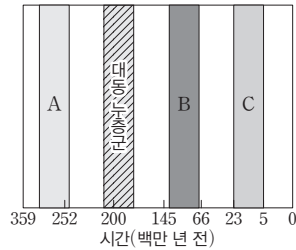
중생대 쥐라기에는 대보 화강암이 생성되었고, 백악기 후기에는 불국사 화강암이 생성되었다. 대동 누층군은 트라이아스기 후기에서 쥐라기 중기까지 생성된 지층이고, 경상 누층군은 백악기에 생성된 지층이다.

평안 누층군의 하부는 해성층이고 상부는 육성층이다.

조선 누층군은 고생대 해성층이고, 대동 누층군과 경상 누층군은 중생대 육성층이다.

[23030-0105]

09 그림 (가)는 한반도의 지질 계통 일부를, (나)는 지층 A, B, C 중 하나의 특징을 조사한 결과를 나타낸 것이다.



(가)

Diagram (나) shows a list of characteristics:

- 석회암층과 방추충 화석이 발견됨
- 무연탄층과 양치식물 화석이 발견됨

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (나)는 A의 특징을 조사한 결과이다.  
 ㄴ. B에서는 화산 쇄설성 퇴적암이 발견된다.  
 ㄷ. 분포 면적은 C가 B보다 넓다.

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

[23030-0106]

10 표는 서로 다른 시기에 퇴적된 누층군 A, B, C의 특징을 나타낸 것이다. A, B, C는 각각 경상 누층군, 대동 누층군, 조선 누층군 중 하나이다.

누층군	특징
A	· 사암, 셰일, 역암, 응회암, 화산암 등이 분포함 · 민물조개, 공룡의 뼈와 발자국, 연체동물, 절지동물, 새의 발자국 등의 화석이 산출됨
B	· 석회암, 사암, 셰일 등이 분포함 · 삼엽충, 완족류, 필석류, 코노돈트 등의 화석이 산출됨
C	· 사암, 셰일, 역암, 석탄층 등이 분포함 · 담수 연체동물, 민물고기, 소철류, 은행류 등의 화석이 산출됨

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 육성층이다.  
 ㄴ. B는 석탄기에서 트라이아스기 전기 동안에 퇴적되었다.  
 ㄷ. C는 불국사 변동이 일어난 이후에 퇴적되었다.

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

11 표는 북한산 인수봉과 제주도 용두암의 모습과 특징을 나타낸 것이다.

[23030-0107]

	북한산 인수봉	제주도 용두암
모습		
특징	취라기의 화강암류 관입으로 생성된 화성암 A로 이루어짐	㉠제4기의 화산 활동으로 생성된 화성암 B로 이루어짐

중생대 취라기에는 대보 조산 운동이 일어나는 과정에서 관입한 마그마에 의해 대보 화강암이 생성되었다. 신생대 제4기에는 제주도, 울릉도, 독도, 철원 일대, 백두산 등지에서 화산 활동이 있었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

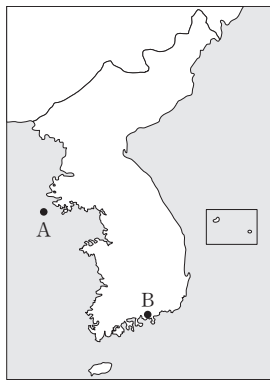
보기

ㄱ. A는 대보 화강암이다.  
 ㄴ. B가 생성된 이후 연일층군이 퇴적되었다.  
 ㄷ. 백두산은 ㉠으로 생성되었다.

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

12 그림 (가)는 A와 B 지역의 위치를, (나)는 서로 다른 화석의 모습을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 A와 B 지역의 암석에서 산출된 화석 중 하나이다.

[23030-0108]



(가)



㉠ 스트로마톨라이트



㉡ 공룡 발자국

(나)

인천광역시 소청도에서는 원생 누대 후기의 스트로마톨라이트 화석이 산출되고, 경상남도 고성에서는 중생대 백악기의 공룡 발자국 화석이 산출된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

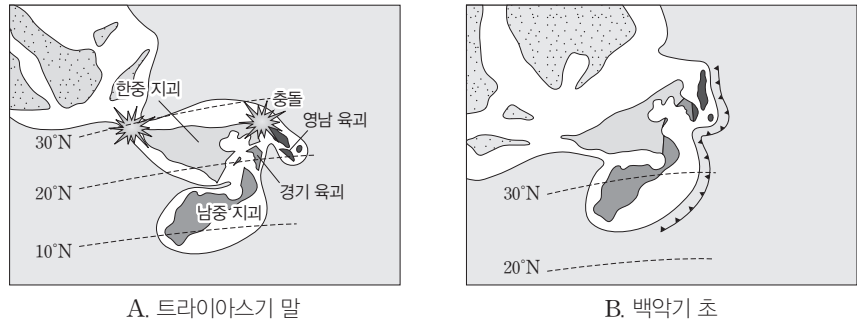
ㄱ. ㉠이 산출된 암석은 원생 누대에 생성되었다.  
 ㄴ. ㉠은 바다, ㉡은 육지에서 생성되었다.  
 ㄷ. ㉡은 B의 암석에서 산출된 화석이다.

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

[23030-0109]

트라이아스기 말에는 한중 지괴와 남중 지괴가 충돌하기 시작하였고, 백악기 초에는 한반도를 비롯한 동북아시아의 모습이 갖추어졌다.

13 그림은 한반도의 형성 과정을 설명하는 어느 연구 결과를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

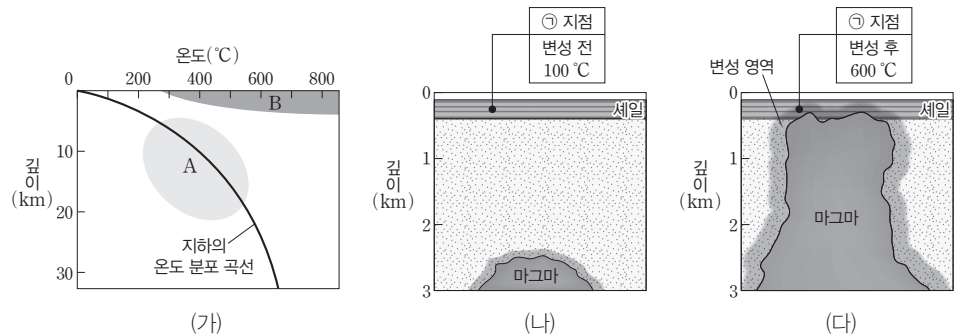
보기

- ㄱ. A 시기와 B 시기 사이에 형성된 한반도의 퇴적층은 주로 해성층이다.
- ㄴ. A 시기와 B 시기 사이에 대보 조산 운동이 일어났다.
- ㄷ. 제주도는 B 시기 이후에 형성되었다.

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

광역 변성 작용은 암석이 넓은 열과 압력을 받아 넓은 범위에 걸쳐 일어나는 변성 작용이고, 접촉 변성 작용은 주로 열에 의해 일어나는 변성 작용이다.

14 그림 (가)는 변성 작용 A와 B가 일어나는 영역을, (나)와 (다)는 마그마의 관입이 일어나는 지역에서 ㉠ 지점의 암석이 변성을 받기 전과 후의 온도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

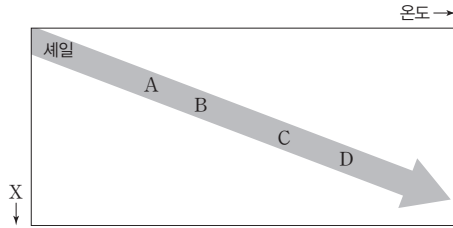
보기

- ㄱ. 변성 과정에서 압력의 영향은 A가 B보다 크다.
- ㄴ. ㉠ 지점은 (나)에서 (다)로 변하는 과정에서 B가 일어난다.
- ㄷ. (다)에서 ㉠ 지점의 암석에는 혼펠스 조직이 나타날 것이다.

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

15 그림 (가)는 온도와 물리량 X의 증가에 따라 세일이 변성되어 생성된 암석 A~D의 위치를, (나)는 D의 모습을 나타낸 것이다. A~D는 각각 점판암, 천매암, 편마암, 편마암 중 하나이다.

[23030-0111]



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. D에는 편마 구조가 발달한다.
- ㄴ. 압력은 물리량 X로 적합하다.
- ㄷ. 암석을 이루는 광물 입자의 크기는 A~D 중 A가 가장 크다.

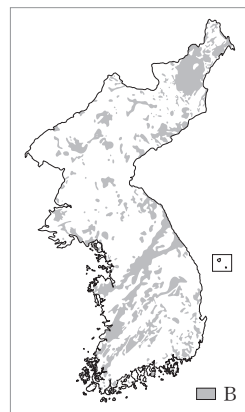
- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16 그림 (가)와 (나)는 한반도를 구성하는 암석 A와 B의 분포를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 화강암과 편마암 중 하나이다.

[23030-0112]



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 주로 분지에 분포한다.
- ㄴ. B와 B가 생성될 당시 B와 접촉한 주변 이암의 경계부에서는 이암보다 조직이 치밀하고 단단한 암석이 산출된다.
- ㄷ. A는 주로 중생대, B는 주로 선캄브리아 시대에 생성되었다.

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

세일이 광역 변성 작용을 받으면 변성 정도가 증가하면서 점판암, 천매암, 편암, 편마암이 생성된다.

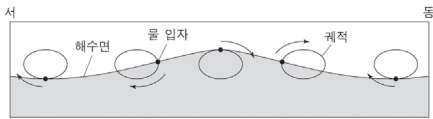
한반도의 선캄브리아 시대 변성암은 주로 광역 변성 작용을 받아 생성되었고, 중생대 화성암 주변에 나타나는 변성암은 주로 접촉 변성 작용을 받아 생성되었다.

# II

## 대기와 해양

### 2023학년도 대학수학능력시험 2번

2. 그림은 어느 해역에서 해파가 진행할 때 해수면에서 물 입자의 타원 운동을 나타낸 것이다. 이 해파는 천해파와 심해파 중 하나이다.



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

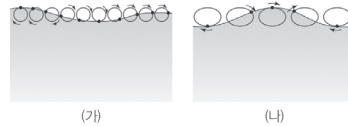
<보 기>

- ㄱ. 진행 방향은 서 → 동이다.
- ㄴ. 속도는 파장의 제곱근에 비례한다.
- ㄷ. 해수면에서 해저면으로 내려갈수록 물 입자 운동 궤적의 짧은반지름이 작아진다.

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

### 2023학년도 EBS 수능특강 96쪽 17번

17 <sup>[22030-0129]</sup> 그림 (가)와 (나)는 수심 500 m의 서로 다른 지역에서의 해파의 단면과 해수면의 물 입자 운동을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 심해파와 천해파 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. (가)에서 수심이 깊어질수록 물 입자는 점점 더 납작한 타원 운동을 한다.
- ㄴ. (나)의 파장은 1000 m보다 짧다.
- ㄷ. (가)와 (나)에서 파의 진행 방향은 그림에서의 오른쪽으로 같다.

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

### 연계 분석

수능 2번 문제는 수능특강 96쪽 17번 문제와 연계하여 출제되었다. 수능 문제는 수능특강 문제의 자료에서 해수면의 물 입자 운동 중 천해파에 해당하는 (나) 그림만 제시하면서 해파의 진행 방향과 물 입자의 타원 운동 궤적에 관해 묻고 있다는 점에서 매우 높은 유사성을 보인다. 하지만 수능 2번 문제에서는 천해파의 속도 공식을 정확하게 이해하고 있는지를 묻고 있고, 수능 특강 17번 문제에서는 천해파의 정의에 대해 알고 있는지를 묻고 있다는 점에서 차이가 있다.

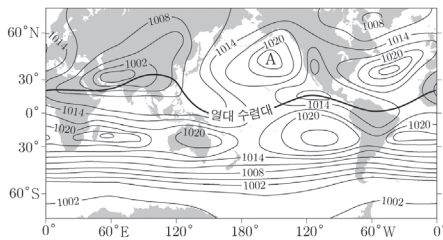
### 학습 대책

수능 문제에서는 EBS 문제에 사용된 자료가 그대로 연계되어 출제되는 경우도 있지만, 제시된 자료의 일부를 변형하거나 조건을 다르게 하여 출제되는 경우도 상당히 많다. 따라서 수능특강, 수능완성 등 EBS 연계 교재를 학습할 때에는 단순히 관련 개념의 암기나 문제의 정답을 찾는 것에만 몰두하지 말고, 관련 개념에 대한 정확한 이해를 바탕으로 주어진 자료를 분석하고 개념을 적용할 수 있도록 학습해야 한다.



2023학년도 대학수학능력시험 6번

6. 그림은 어느 계절의 해면 기압 분포를 나타낸 것이다. 이 계절은 북반구 여름철과 겨울철 중 하나이다.



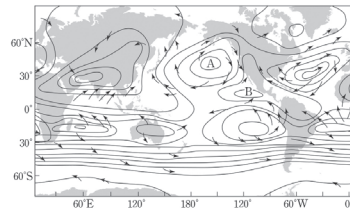
이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 가. 북반구 여름철이다.
나. 북태평양 고기압 A는 지속 시간 규모가 수일 이내이다.
다. 20°S~30°S 부근의 고압대는 해들리 순환으로 생성된다.

- ① 가 ② 나 ③ 가, 다 ④ 나, 다 ⑤ 가, 나, 다

2023학년도 EBS 수능특강 136쪽 9번

09 [22030-0201] 그림은 전 세계 7월 지상의 등압선 분포와 바람의 방향을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 가. 해들리 순환의 하강 기류 영역에 A가 위치한다.
나. B 부근에는 열대 수렴대가 분포한다.
다. 제트류는 A 부근의 상공보다 B 부근의 상공에 나타날 가능성이 크다.

- ① 가 ② 나 ③ 가, 나 ④ 나, 다 ⑤ 가, 나, 다

연계 분석

수능 6번 문제는 수능특강 136쪽 9번 문제와 연계하여 출제되었다. 수능 문제에 제시된 자료는 수능특강 문제에 제시된 자료에 추가적으로 열대 수렴대의 위치를 표시하였고, 해들리 순환과 위도 20°~30°에 발생하는 고압대의 연관성에 관해 묻고 있다는 점에서 매우 높은 유사성을 보인다. 하지만 수능 6번 문제에서는 계절에 따른 열대 수렴대의 위치 변화와 북태평양 고기압의 시간 규모에 관해서 묻고 있고, 수능특강 9번 문제에서는 7월에 북반구에서 제트류가 발생할 가능성이 높은 위도대에 대해서 묻고 있다는 점에서 차이가 있다.

학습 대책

수능 문제는 수능특강 문제와 거의 동일한 자료를 사용하였고, 묻고 있는 핵심 내용도 거의 동일하다. 수능과 수능특강 문제에서 묻고 있는 핵심 내용은 계절에 따라 전 세계의 해면 기압 분포가 변하고, 이로 인해 열대 수렴대의 위치가 변한다는 것이다. 또한 위도 20°~30°에 발생하는 고압대가 대기 대순환에 의한 해들리 순환의 하강 기류에 의해 형성된다는 것이다. 수능특강 문제를 학습하면서 대기 대순환의 3세포 순환 모델에서 해들리 순환의 형성 과정과 구조에 대해서 이해했다면 수능 문제도 어렵지 않게 해결할 수 있을 것이다. 이처럼 평소에 수능 연계 교재를 통해 기본 개념을 정리하는 것이 수능에서 고득점으로 이어지는 지름길임을 알 수 있다.

### 개념 체크

● **수압 경도력**: 수압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 작용하며, 크기는 수압 차에 비례하고 거리 및 밀도에 반비례한다.

1. 해수의 정역학 평형은 ( )과 ( )이 평형을 이룬 상태이다.
2. 해수면에 경사가 있으면 해수면 아래의 물에서는 수평 방향으로 ( )이 생긴다.
3. 수평 수압 경도력은 수압이 ( )곳에서 ( )곳으로 작용한다.
4. 수평 수압 경도력의 크기는 두 지점 사이의 ( )에 비례하고, 수평 ( )에 반비례한다.
5. 수평 수압 경도력은 해수면의 경사가 클수록 ( ) .

### 1 해수를 움직이는 힘

(1) **정역학 평형**: 물속 한 지점에서 위쪽 방향으로 작용하는 연직 수압 경도력과 아래쪽 방향으로 작용하는 중력이 평형을 이루고 있는 상태이다. ➔ 연직 수압 경도력 = 중력

① 연직 수압 경도력: 해수의 깊이에 따른 수압 차 때문에 생기는 힘으로, 아래에서 위로 작용한다.

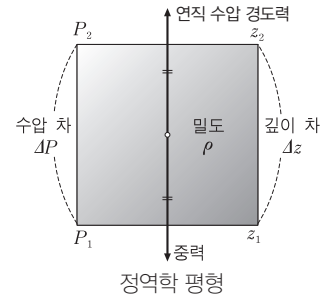
➔ 단위 질량의 해수에 작용하는 연직 수압 경도력 =  $-\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta z}$

② 중력: 해수를 지구가 당기는 힘으로, 위에서 아래로 작용한다. ➔ 단위 질량의 해수에 작용하는 중력 =  $g$

③ 정역학 방정식: 정역학 평형 상태의 연직 수압 경도력과 중력의 관계를 식으로 나타낸 것이다.

➔  $\Delta P = -\rho g \Delta z$

➔ 수심이 10 m 깊어질 때마다 수압은 약 1기압씩 증가한다.



(2) **수압**: 물속의 한 점에서 받는 압력의 세기로, 모든 방향에서 같은 세기의 압력을 받는다.

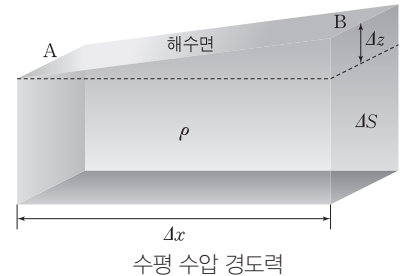
① 크기:  $P = \rho g z$  ( $P$ : 수압,  $\rho$ : 해수의 밀도,  $g$ : 중력 가속도,  $z$ : 해수면에서부터의 깊이)

② 특징: 해수의 밀도( $\rho$ )가 거의 변하지 않는다고 가정하면 수압은 깊이에 비례한다.

### (3) 해수에 작용하는 힘

① 수평 수압 경도력: 해수의 수평 방향으로의 수압 차 때문에 생기는 힘이다.

- 밀도가 일정한 해수에서 해수면이 경사져 있을 때 수평 거리  $\Delta x$  만큼 떨어진 두 지점 A와 B의 해수면 아래 임의의 지점에서의 수압을 각각  $P_A$ ,  $P_B$ 라 하면 두 지점 사이의 수압 차( $\Delta P$ )는  $\Delta P = P_B - P_A = \rho g \Delta z$ 이다.



이때 수압 차에 의해 작용하는 수압 경도력은  $\Delta P \times \Delta S$ 이고, 해수의 질량( $m$ )은  $\rho \times \Delta x \times \Delta S$ 이다. 따라서 단위 질량에 작용하는 수압 경도력은  $\frac{1}{m} \times \Delta P \times \Delta S = \frac{\Delta P \times \Delta S}{\rho \times \Delta x \times \Delta S} = \frac{1}{\rho} \times \frac{\Delta P}{\Delta x}$ 로 표현된다.

•  $\Delta P = (P_B - P_A) = \rho g \Delta z$ 이므로 단위 질량에 작용하는 수압 경도력은  $\frac{1}{\rho} \times \frac{\rho \times g \times \Delta z}{\Delta x} = g \cdot \frac{\Delta z}{\Delta x}$ 로 나타낼 수 있다.

➔ 단위 질량의 해수에 작용하는 수평 수압 경도력의 크기 :  $g \cdot \frac{\Delta z}{\Delta x}$

➔ 수평 수압 경도력의 크기는 해수면 경사( $\frac{\Delta z}{\Delta x}$ )에 비례한다.

➔ 수평 수압 경도력은 수압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 작용한다.

#### 정답

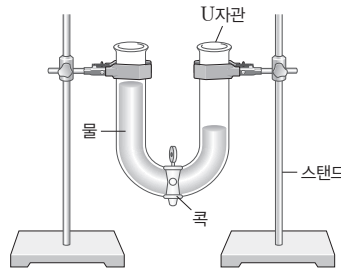
1. 연직 수압 경도력, 중력
2. 수압 경도력
3. 높은, 낮은
4. 수압 차, 거리
5. 크다



탐구자료 살펴보기 수압 차에 의한 물의 흐름

탐구 과정

- 그림과 같이 U자관을 스탠드에 연결한 후, 가운데 콕을 잠근다.
- 동일한 밀도의 물을 U자관의 왼쪽에는 많이 넣고, U자관의 오른쪽에는 조금 넣어 수면의 높이를 다르게 한 후 콕을 열고 물의 이동을 관찰한다.



탐구 결과

물은 왼쪽에서 오른쪽으로 이동하며, 물의 높이는 U자관의 왼쪽에서는 낮아지고, U자관의 오른쪽에서는 높아져서 같은 높이가 된다.

분석 point

물이 많은 쪽의 수압이 적은 쪽의 수압보다 높기 때문에, 물은 수압이 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 이동한다. → 수면의 높이가 같아지면 수압도 같아져 더 이상 물이 이동하지 않는다.

② 전향력: 지구 자전에 의해 나타나는 가상의 힘으로 지구상에서 운동하는 모든 물체에 작용한다. (단, 적도는 제외)

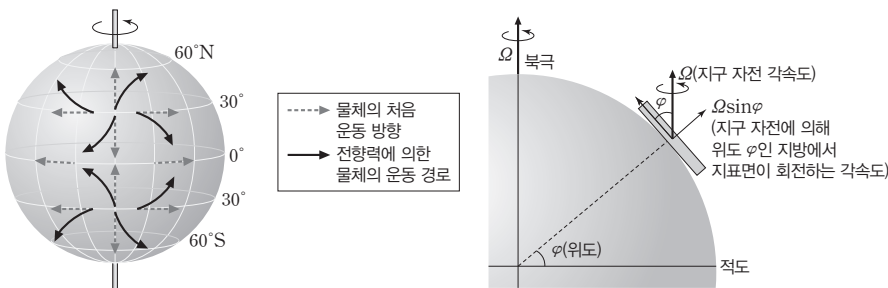
- 방향: 북반구에서는 물체 운동 방향의 오른쪽 직각 방향으로, 남반구에서는 물체 운동 방향의 왼쪽 직각 방향으로 작용한다.
- 크기:  $C = 2v\Omega \sin\varphi$  ( $C$ : 단위 질량의 해수에 작용하는 전향력,  $v$ : 해수의 속력,  $\Omega$ : 지구 자전 각속도,  $\varphi$ : 위도)
  - 전향력은 해수의 속력이 빠를수록, 위도가 높을수록 크게 작용한다.
  - 정지한 해수, 그리고 적도(위도  $0^\circ$ )에서는 전향력이 작용하지 않는다.

개념 체크

● 전향력: 지구 자전에 의해 발생하는 가상의 힘으로 움직이는 물체의 편향을 수학적으로 계산한 프랑스의 물리학자 코리올리 (Coriolis, G. G., 1792~1843)의 이름을 붙여 코리올리의 힘이라고도 한다.

1. 전향력은 북반구에서는 물체 운동 방향의 ( ) 직각 방향으로, 남반구에서는 물체 운동 방향의 ( ) 직각 방향으로 작용한다.
2. 전향력의 크기는 운동 속력에 ( )하고, 고위도 지방으로 갈수록 ( )진다.

과학 돋보기 | 전향력의 방향과 크기



- 지구는 북극을 기준으로 시계 반대 방향으로 자전한다.
- 지구상의 각 지점에서 지구 자전 각속도는 같지만, 극에서 적도로 갈수록 회전 반경이 커지므로 지구 표면의 각 지점에서 자전 속도가 커진다.
- 북극에서 적도로 운동하는 물체는 목표 지점보다 오른쪽인 서쪽에 도착한다.
- 북반구에서 위도의 접선 방향으로 동쪽으로 운동하는 물체는 목표 지점보다 오른쪽인 남쪽에 도착한다.
- 전향력은 북반구에서는 물체 운동 방향의 오른쪽 직각 방향으로 작용한다.
- 전향력은 태풍이나 해류와 같이 운동 규모가 수백 km~수천 km 정도일 때 나타난다.
- 전향력은 움직이는 물체에만 작용하는 힘이며, 운동 방향을 변형시킬 뿐 속력을 변화시키지는 못한다.

정답

1. 오른쪽, 왼쪽
2. 비례, 커

개념 체크

● **에크만 수송**: 마찰층 내에서 평균적인 해수의 이동을 말하며, 북반구에서 바람 방향의 오른쪽 직각(90°) 방향으로 나타난다.

● **마찰 저항 심도**: 에크만 나선에서 해수의 이동 방향이 표면 해수의 이동 방향과 정반대가 되는 깊이이다.

● **에크만층 또는 마찰층**: 해수면에서 마찰 저항 심도까지의 구간으로, 에크만층이 나타나는 깊이는 바람이 강할수록, 전향력이 약할수록 깊다.

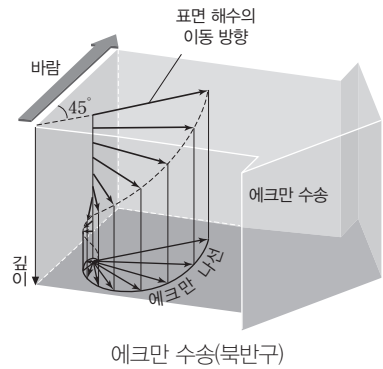
1. 에크만 나선에서 해수의 이동 방향이 표면 해수의 이동 방향과 정반대가 되는 깊이를 ( )라고 한다.

2. 마찰층 내에서 평균적인 해수의 이동은 북반구의 경우 바람 방향의 ( )쪽 90° 방향으로 나타난다.

3. 지형류는 북반구에서 수압 경도력의 ( )쪽 90° 방향으로, 남반구에서 ( )쪽 90° 방향으로 흐른다.

2 에크만 수송과 지형류

(1) **에크만 수송**: 마찰층 내에서 해수의 평균적인 이동은 북반구의 경우 바람 방향의 오른쪽 90° 방향으로 나타나는데, 이를 에크만 수송이라고 한다.

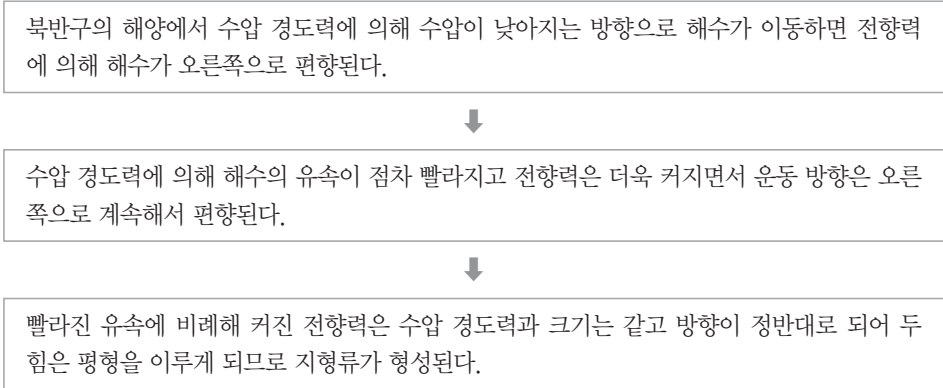


① **에크만 나선**: 해수면 위에서 바람이 일정하게 계속 불면 북반구에서 표면 해수는 전향력의 영향으로 바람 방향의 오른쪽으로 약 45° 편향되어 흐른다. 또한 수심이 깊어짐에 따라 해수의 흐름은 오른쪽으로 더 편향되고 유속이 느려져 해수의 이동 형태가 나선형을 이루는데 이를 에크만 나선이라고 한다.

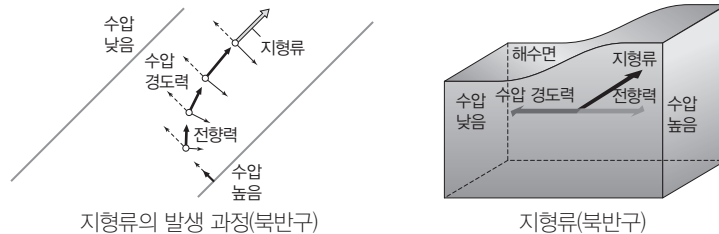
② **마찰 저항 심도**: 해수의 이동 방향이 표면 해수의 이동 방향과 정반대가 되는 깊이를 마찰 저항 심도라고 한다. 마찰 저항 심도까지의 층을 마찰층 또는 에크만층이라고 한다.

(2) **지형류**: 수압 경도력과 전향력이 평형을 이루는 상태에서 흐르는 해류를 지형류라고 한다.

① 지형류의 발생 과정



② 지형류의 방향과 유속



• 지형류의 방향: 북반구에서는 수압 경도력의 오른쪽 90° 방향으로, 남반구에서는 수압 경도력의 왼쪽 90° 방향으로 등수압선과 나란하게 흐른다.

• 지형류의 유속( $v$ ):  $v = \frac{1}{2\Omega \sin \varphi} \cdot g \cdot \frac{\Delta z}{\Delta x}$  ( $\Omega$ : 지구 자전 각속도,  $\varphi$ : 위도,  $g$ : 중력 가속도,  $\Delta z$ : 해수면 높이 차,  $\Delta x$ : 수평 거리 차)  
 ➔ 위도가 낮을수록, 해수면의 경사가 급할수록 빠르다.

정답

1. 마찰 저항 심도
2. 오른
3. 오른, 왼

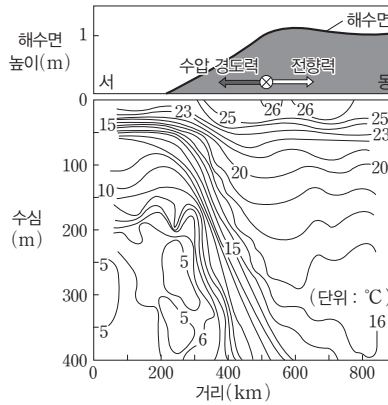
탐구자료 살펴보기 수온의 연직 분포와 지형류(북반구)

자료 분석

- 해수의 연직 단면에서 등수온선이 경사지게 나타나는 것은 수평으로 해수의 밀도가 다르다는 것을 의미한다.
- 해저에서 관측되는 수압 차는 0에 가깝다. 밀도가 다른 해수가 평형을 이루기 위해서는 해수의 부피가 달라지게 된다.
- 밀도가 작은 쪽은 해수면 높이가 높아지고, 밀도가 큰 쪽은 해수면 높이가 낮아진다.
- 해수면 아래쪽에서는 수압 차이가 생기게 되어 수압 경도력이 발생하고, 이로 인해 해수의 이동이 발생한다.
- 해수면의 경사가 동에서 서로 기울어졌을 때 북반구의 경우 지형류는 남에서 북(⊗)으로 흐르게 된다.

분석 point

수평 방향의 수온 차에 의해 밀도 차이가 생기며 이로 인해 해수면의 경사가 생겨 지형류가 형성된다.



(3) 에크만 수송과 아열대 해양의 지형류(북반구): 무역풍과 편서풍에 의해 표층 해수에서 에크만 수송이 일어나고 이로 인해 형성된 해수면의 경사에 의해 지형류가 형성된다.

무역풍에 의한 표층 해수의 에크만 수송은 고위도 방향으로 일어나고, 편서풍에 의한 표층 해수의 에크만 수송은 저위도 방향으로 일어나므로 해수면의 높이는 아열대 해양에서 높아진다.

↓

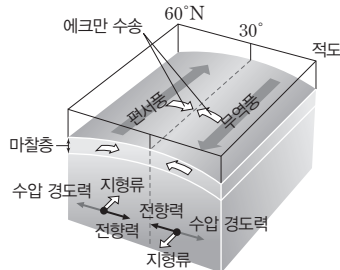
해수면의 높이 차에 의해 수압 경도력이 생기고 유속이 점차 증가하며, 이와 함께 해수가 이동하기 시작하면서 전향력이 작용하여 해수의 이동 방향이 점차 오른쪽으로 편향된다.

↓

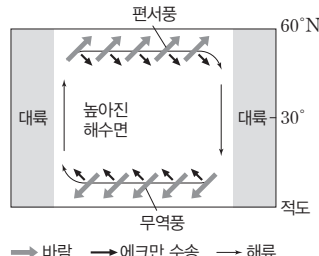
수압 경도력이 전향력과 평형을 이루게 되면 수압 경도력의 오른쪽 90° 방향으로 지형류가 지속적으로 흐르게 된다.

↓

무역풍대에는 북적도 해류가 동쪽에서 서쪽으로 흐르고, 편서풍대에는 북태평양 해류(북대서양 해류)가 서쪽에서 동쪽으로 흐르면서 시계 방향의 순환을 형성한다.



에크만 수송과 지형류(북반구)



아열대 순환(북반구)

- ➔ 대양의 표층 해류는 대부분 지형류이기 때문에 해수면 높이가 같은 지역을 따라 흐른다.
- ➔ 해수면의 높이를 관측하면 지형류의 방향을 알 수 있다.

개념 체크

- **해수면의 경사:** 두 해수 간에 밀도 차(수온 차)가 생길 때, 에크만 수송에 의해 표층 해수가 한 방향으로 이동하여 쌓여지므로 발생할 수 있다. 실제 지형류를 유지시켜 주는 해수면의 경사는  $\frac{1}{100000}$  정도로 매우 작다.
- **지형류의 유속:** 위도가 낮을수록 또는 해수면의 경사가 급할수록 빠르다.
- **지형류 평형:** 수압 경도력과 전향력이 평형을 이룬 상태이다.

1. 무역풍에 의한 표층 해수의 에크만 수송은 ( ) 방향으로 일어나고, 편서풍에 의한 표층 해수의 에크만 수송은 ( ) 방향으로 일어난다.
2. 수압 경도력과 전향력이 평형을 이루는 상태에서 흐르는 해류를 ( )라고 한다.
3. 지형류의 유속은 해수면의 경사가 ( )수록, 위도가 ( )될수록 빠르다.
4. 무역풍대에서는 북적도 해류가 ( )쪽에서 ( )쪽으로 흐른다.

정답

1. 고위도, 저위도
2. 지형류
3. 클(급할), 낮
4. 동, 서

개념 체크

● **아열대 해양의 에크만 수송과 지형류:** 무역풍과 편서풍에 의해 에크만 수송이 일어나고, 그 결과 생긴 해수면의 경사로 인해 지형류가 흐른다.

● **서안 강화 현상:** 순환의 중심이 서쪽으로 치우치면서 서쪽 해수면의 경사가 급해지고 서쪽 연안을 따라 흐르는 해류가 강해지는 현상이다.

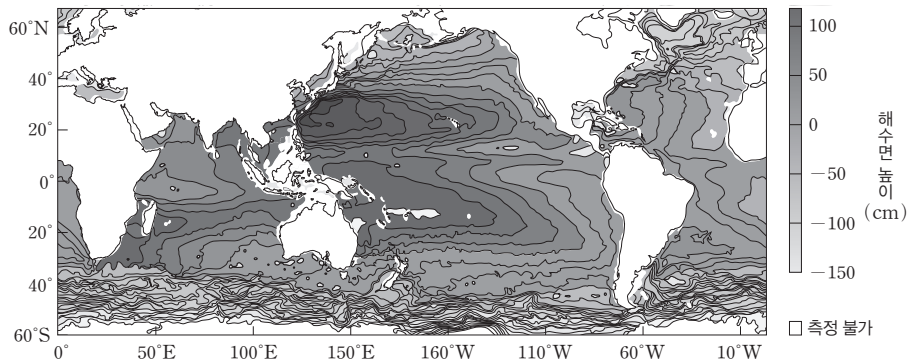
1. 평균적인 해수면의 높이는 아열대 해양이 적도 해양보다 ( )다.

2. 아열대 순환에서 순환의 중심부가 서쪽으로 치우쳐 있는 현상을 ( ) 현상이라고 한다.

탐구자료 살펴보기 지형류 방향 알아보기

탐구 자료

그림은 인공위성 자료로부터 구한 해수면 높이 자료이다.



자료 분석

- 태평양은 남반구와 북반구 모두 해양의 서쪽이 동쪽보다 해수면 높이가 대체로 높다.
- 수압 경도력은 북태평양의 서부에서는 서쪽으로, 동부에서는 동쪽으로 작용한다.
- 지형류는 북태평양의 서쪽에서는 북쪽으로, 동쪽에서는 남쪽으로 흐른다.

분석 point

대양의 표층 해류는 대부분 지형류이기 때문에 해수면의 높이가 같은 지역을 따라 흐른다.

(4) 서안 경계류와 동안 경계류

① 서안 강화 현상: 고위도로 갈수록 전향력이 커지기 때문에 순환을 이루는 해류 중 대양의 서쪽 연안을 따라 흐르는 해류가 강한 흐름으로 나타나는 현상이다.

해수에 작용하는 전향력의 크기는 고위도로 갈수록 커진다.

북반구의 경우 서안 경계에서 북진하는 해수의 이동은 시계 방향의 순환을 강하게 만들고, 동안 경계에서 남진하는 해수의 이동은 시계 방향의 순환을 약하게 만든다.

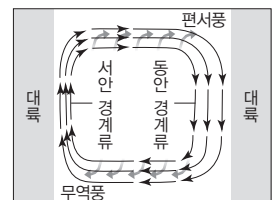
표층 해수의 순환 중심이 서쪽으로 치우치게 된다.

표층 해수의 순환 중심이 서쪽으로 치우치면 서쪽 해수면의 경사가 급해지면서 서쪽 연안을 따라 흐르는 해류가 강해진다.

서안 경계류는 유속이 빠르고 폭이 좁고 깊은 해류가 되고, 동안 경계류는 유속이 느리고 폭이 넓고 얇은 해류가 된다.

② 서안 경계류와 동안 경계류

- 서안 경계류: 대양의 서쪽 연안을 따라 좁고 빠르게 흐르는 해류이다.
- 동안 경계류: 대양의 동쪽 연안을 따라 비교적 넓고 느리게 흐르는 해류이다.



정답

1. 높
2. 서안 강화

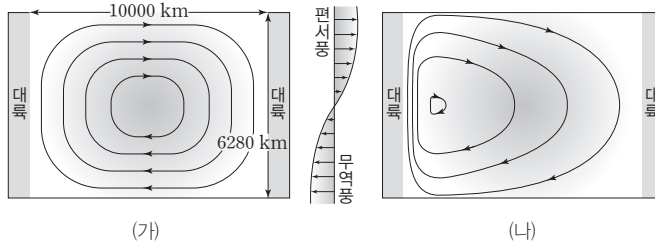
구분	폭	깊이	속도	해수의 수송량	예
서안 경계류	좁다	깊다	빠르다	많다	쿠로시오 해류, 멕시코 만류
동안 경계류	넓다	얕다	느리다	적다	캘리포니아 해류, 카나리아 해류

**개념 체크**

- **서안 경계류:** 아열대 순환에서 대양의 서쪽 연안을 따라 고위도로 흐르는 폭이 좁고 빠른 해류이다.
- **동안 경계류:** 아열대 순환에서 대양의 동쪽 연안을 따라 저위도로 흐르는 비교적 폭이 넓고 느린 해류이다.

**과학 돋보기 | 스토멜의 서안 강화 현상(북반구)**

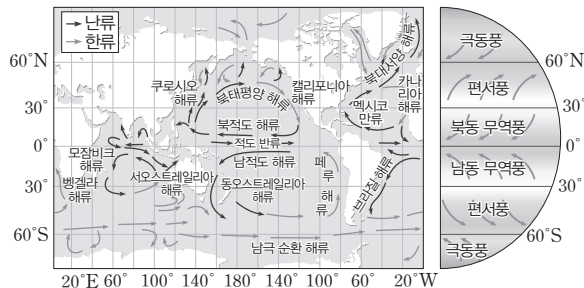
1948년 스토멜(Stommel, H. M., 1920~1992)은 북반구의 바다를 직사각형으로 단순화시키고, 고위도에는 편서풍이, 저위도에는 무역풍이 분다고 가정하고 해수의 운동을 연구하였다.



- (가)는 지구가 자전하지 않거나 전향력이 위도에 따라 변하지 않고 일정한 경우로 해류의 순환은 순환 중심에 대하여 대칭적으로 나타났다.
- (나)는 적도 지역에서 고위도로 갈수록 회전 속도를 빠르게 한 경우(전향력의 크기가 편서풍 지역이 무역풍 지역보다 큰 경우)로 해류의 순환 중심이 서쪽으로 치우쳐 나타났다.
- 이러한 현상은 전향력의 크기가 고위도로 갈수록 커지므로 아열대 해양에서 순환의 중심이 서쪽으로 치우치고, 수압 경도력이 해양의 동쪽보다 서쪽에서 더 크기 때문에 나타난다.
- 이처럼 해양의 서쪽에서 해류가 더 강하게 흐르는 현상을 서안 강화 현상이라고 한다.

1. 해수에 작용하는 전향력의 크기는 고위도로 갈수록 ( )진다.
2. 서안 경계류는 동안 경계류보다 폭이 ( ), 유속이 ( )이다.
3. 북태평양에서 서안 경계류는 ( )해류이고, 동안 경계류는 ( )해류이다.
4. 무역풍대에서 형성된 해류에는 ( )해류와 ( )해류가 있다.

**③ 세계 주요 해류**



대기 대순환과 표층 해류

- 해양 표면의 물은 바람에 의해 움직일 때 전향력에 의해 북반구에서는 바람 방향의 오른쪽 약 45° 방향으로 편향되어 흐른다.
- 적도 해류: 무역풍대에서 형성된 해류로 해양의 동쪽에서 서쪽으로 흐르며, 북적도 해류와 남적도 해류가 있다.
- 북태평양 해류, 북대서양 해류, 남극 순환 해류: 편서풍에 의해 형성된 해류로 해양의 서쪽에서 동쪽으로 흐른다.
- 적도 반류: 적도 무풍대를 따라 서쪽에서 동쪽으로 흐르는 해류이다.
- 서안 경계류는 난류이며, 표층 해류의 염분이 높다.
- 동안 경계류는 한류이며, 표층 해류의 염분이 낮다.

**정답**

1. 커
2. 좁고, 빠르다
3. 쿠로시오, 캘리포니아
4. 북적도, 남적도

개념 체크

- 파고: 골에서 마루까지의 높이
- 파장: 마루(골)와 마루(골) 사이의 수평 거리
- 주기: 수면 위의 어떤 지점을 마루(골)가 지나간 후 다음 마루(골)가 지나갈 때까지 걸린 시간

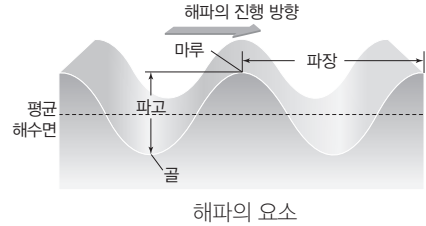
1. 해파에서 수면이 가장 높은 곳을 (     ), 가장 낮은 곳을 (     )이라고 한다.
2. 해파에서 골에서 마루까지의 높이를 (     )라고 한다.
3. 해파에서 마루(골)와 마루(골) 사이의 수평 거리를 (     )이라고 한다.
4. 해파의 파장과 주기를 알면 전파 (     )를 구할 수 있다.

3 해파

(1) **해파의 발생**: 주로 해수면 위에서 부는 바람에 의해 발생하며, 해저 지진 등에 의해서도 발생한다.

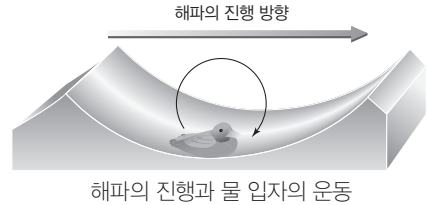
(2) **해파의 요소**

- ① 마루와 골: 해파에서 수면이 가장 높은 곳을 마루, 가장 낮은 곳을 골이라고 한다.
- ② 파장: 마루(골)와 마루(골) 사이의 수평 거리이다.
- ③ 파고: 골에서 마루까지의 높이이다.
- ④ 주기: 수면 위의 어떤 지점을 마루(골)가 지나간 후 다음 마루(골)가 지나갈 때까지 걸린 시간이다.



⑤ 전파 속도: 해파의 파장과 주기를 알면 전파 속도를 구할 수 있다.  $\rightarrow$  전파 속도 =  $\frac{\text{파장}}{\text{주기}}$

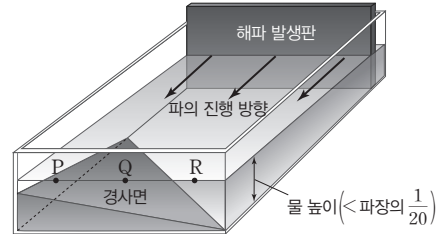
(3) **해파와 물 입자의 운동**: 바다에서 해파가 발생하여 진행될 때 파의 에너지는 파의 진행 방향을 따라 전달되지만 물 입자는 특정 지점을 중심으로 궤도 운동을 할 뿐 파를 따라 이동하지 않는다.



탐구자료 살펴보기 천해파의 발생 실험

탐구 과정

1. 그림과 같이 수조 모퉁이에 경사면을 두고, 수조에 경사면이 잠길 만큼 물을 채운다.
2. 해파 발생판을 이동시켜 파를 발생시킨다.
3. P, Q, R에 파가 도달하는 평균 시간과 파의 높이를 측정한다.



탐구 결과

지점	파의 도달 시간(초)				파의 높이(cm)			
	1회	2회	3회	평균	1회	2회	3회	평균
P	1.21	1.22	1.21	1.21	2.53	2.54	2.54	2.54
Q	1.18	1.19	1.18	1.18	2.33	2.32	2.32	2.32
R	1.03	1.02	1.02	1.02	2.01	2.01	2.01	2.01

분석 point

천해파가 진행하는 동안 수심이 얕아지면 파의 속도는 느려지고, 파의 높이는 상승한다.

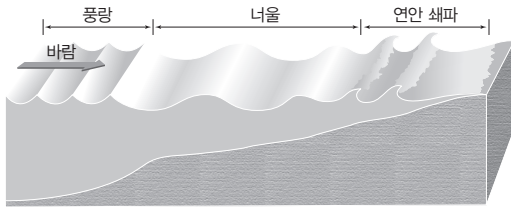
(4) **해파의 모양에 따른 분류**

① 풍랑: 바람에 의해 직접 발생한 해파이며, 마루가 삼각형 모양으로 뾰족하고 파장과 주기가 짧다.

정답

1. 마루, 골
2. 파고
3. 파장
4. 속도

- ② 너울: 풍랑이 발생지를 벗어나 멀리 전파되어 온 해파이다. 마루가 둥글고 파고는 낮으며 파장과 주기가 길다.
- ③ 연안 쇄파: 너울이 해안에 접근하면 수심이 감소함에 따라 해저와의 마찰로 파의 속도가 느려지고 파장이 짧아지며 파고가 높아져서 파의 봉우리가 해안 쪽으로 넘어지면서 부서지는 해파이다.

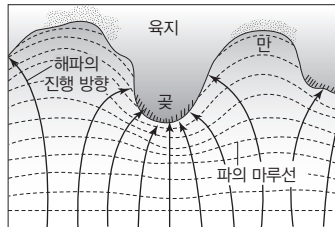


해안으로 접근하는 해파의 변화

구분	풍랑	너울
생성 원인	바람	풍랑에 의한 전달
마루의 형태	뾰족하다	둥글다
주기	짧다	길다
파장	수~수십 m	수십~수백 m

### (5) 해파의 작용

- ① 해파의 굴절: 천해파가 해안에 접근할 때 만보다 갯 부분의 수심이 먼저 얕아지므로 해파의 속도는 만 부분에서 빠르고 갯 부분에서 느려져서 해파의 굴절이 일어난다.
- ② 침식 작용: 갯에서는 해파의 에너지가 집중되므로 침식 작용이 우세하게 일어난다.
- ③ 퇴적 작용: 만에서는 해파의 에너지가 분산되므로 퇴적 작용이 우세하게 일어난다.



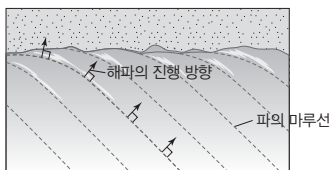
해파의 진행

### 개념 체크

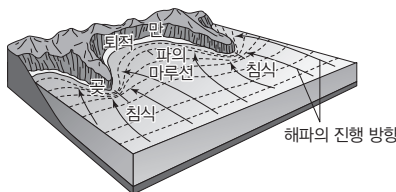
- **해파의 굴절:** 천해파가 해안에 접근할 때 만보다 갯 부분부터 수심이 먼저 얕아지므로 해파의 속도가 만보다 갯 부분에서 느려져서 해파의 굴절이 일어난다.
- **심해파의 속도:** 심해파의 속도는 파장이 길수록 빠르다.
- **천해파의 속도:** 천해파의 속도는 수심이 깊을수록 빠르다.

1. 너울이 수심이 얇은 해안에 접근하면 파의 전파 속도는 ( )지고, 파장은 ( )지며, 파고는 ( )진다.
2. 만에서는 해파의 에너지가 분산되므로 ( ) 작용이 우세하게 일어난다.
3. 심해파에서 물 입자는 ( )운동을 하며, 원의 크기는 수심이 깊어짐에 따라 급격히 ( )진다.

### 과학 돋보기 | 해파의 굴절



(가) 해안선이 거의 직선인 경우



(나) 해안선이 불규칙한 경우

1. 먼 바다에서는 해파가 원래의 마루선을 유지한 채 전파된다.
2. 해안에 먼저 도착한 해파는 얇은 수심으로 인해 속도가 느려지지만 수심이 깊은 쪽은 원래의 속도를 유지한 채 해안으로 접근한다.
3. 그 결과 파의 마루선이 굴절되거나 휘어져서 해안가에 도달했을 때는 거의 해안선에 나란하게 된다.
4. 해안선이 불규칙한 경우 갯에서는 해파의 에너지가 집중되어 침식 작용이 우세하게 일어나고, 만에서는 해파의 에너지가 분산되어 퇴적 작용이 우세하게 일어난다.

### (6) 심해파와 천해파

- ① 심해파(표면파): 수심이 파장의  $\frac{1}{2}$  보다 깊은 해역에서 진행하는 해파이다.
  - 해저의 마찰을 받지 않으므로 물 입자는 원운동을 하며, 원의 크기는 수심이 깊어짐에 따라 급격히 작아진다.
  - 파의 속도( $v$ )는 파장( $L$ )이 길수록 빠르다.  $\rightarrow v = \sqrt{\frac{gL}{2\pi}}$  ( $g$ : 중력 가속도)

#### 정답

1. 느려, 짧아, 높아
2. 퇴적
3. 원, 작아

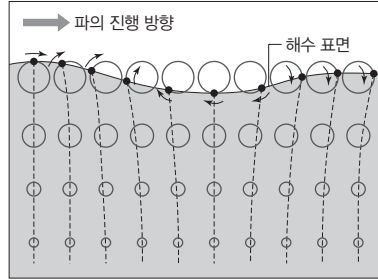
개념 체크

● **해일**: 해저 지진, 폭풍 등에 의해 해수면이 비정상적으로 높아져서 해수가 육지로 넘쳐 오르는 현상이다.

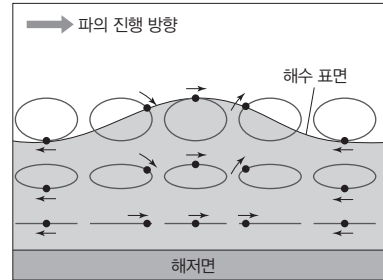
1. 천해파의 전파 속도는 수심이 ( ) 수로 빠르다.
2. 천해파는 수심이 파장의  $\frac{1}{20}$  보다 ( ) 해역에서 진행하는 해파이다.
3. 천해파에서 물 입자는 ( ) 운동을 하며 수심이 깊어질수록 ( )의 모양은 더욱 납작해진다.
4. ( )은 해수면이 비정상적으로 상승하면서 거대한 파도가 밀려오는 현상이다.

② 천해파(장파): 수심이 파장의  $\frac{1}{20}$ 보다 얇은 해역에서 진행되는 해파이다.

- 해저의 마찰을 받으므로 물 입자는 타원 운동을 하며, 수심이 깊어질수록 타원의 모양이 더욱 납작해지고 해저면 가까이에서는 수평으로 왕복 운동을 한다.
- 파의 속도( $v$ )는 수심( $h$ )이 깊을수록 빠르다.  $\rightarrow v = \sqrt{gh}$



심해파

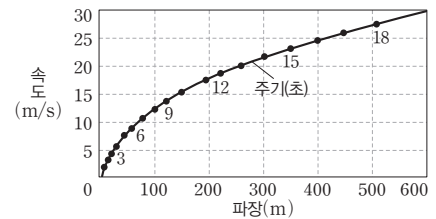


천해파(연직 방향의 축척은 과장됨)



과학 돋보기 | 심해파의 파속-파장-주기와의 관계

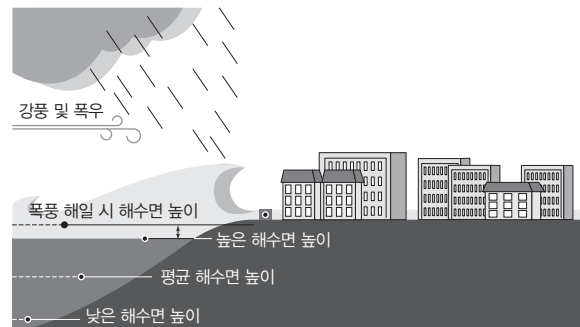
- 파속은 파장 주기이다.
- 심해파의 속도는 파장이 길수록 빠르다.
- 실제 해양에서 파장은 관측하기 어렵지만, 주기는 정지해 있는 배의 뱃전을 지나는 파의 통과 시간과 측정하면 구할 수 있다.
- 심해파에서 주기를 측정하면 오른쪽 그래프에서 파속과 파장을 구할 수 있다. 예를 들면, 주기가 8초인 심해파는 파장이 100 m, 파속이 12.5 m/s이다.



4 해일

해저 지진이나 폭풍 등에 의해 해수면이 비정상적으로 상승하면서 거대한 파도가 밀려오는 현상이다.

(1) **폭풍 해일**: 태풍이 접근할 때 낮은 중심 기압과 강한 바람에 의한 해수의 축적으로 해수면이 크게 상승한다. 이때 발생한 해파가 연안으로 오면서 파고가 매우 높아져 피해를 입힌다. 폭풍 해일은 태풍이 접근할 때 만조 시 각과 겹치게 되면 더 큰 피해를 준다. 기압이 1 hPa 낮아지면 해수면 높이는 약 1 cm 상승한다. 따라서 중심 기압이 963 hPa인 태풍에 의해서 해수면은 약 0.5 m 상승한다.



폭풍 해일의 발생 모습

정답

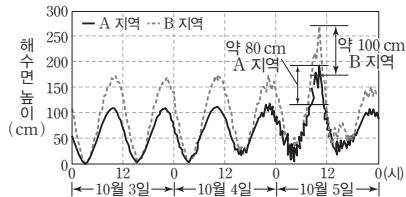
1. 깊을
2. 얇은
3. 타원, 타원
4. 해일



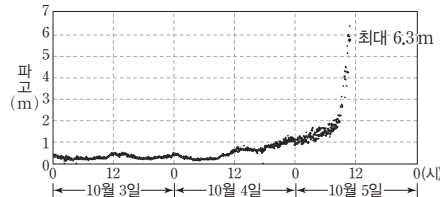
**탐구자료 살펴보기** 태풍 통과 시 폭풍 해일이 발생했을 때의 해수면 높이와 파고

**탐구 자료**

그림 (가)는 2016년 어느 태풍 통과 시 A, B 지역에 폭풍 해일이 발생했을 때의 해수면 높이를, (나)는 A 지역의 파고를 나타낸 것이다.



(가) A, B 지역의 해수면 높이



(나) A 지역의 파고

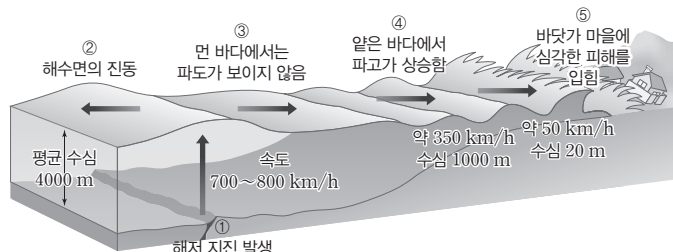
**자료 분석**

- A, B 지역에서 만조 시기와 겹쳐서 각각 약 80 cm, 100 cm의 추가적인 해수면 높이 상승이 발생하였다.
- 태풍 통과 시 A 지역에서 6.3 m의 최대 파고가 관측되었다.
- 높아진 해수면 높이에 의해 높은 파도가 에너지를 유지한 채 육지로 넘어 들어와 막대한 피해를 준다.
- 폭풍 해일은 발생 당시의 기압, 만조 시기, 해안 및 해저 지형에 따라 피해가 달라진다.

**분석 point**

- 폭풍 해일은 만조 시기와 겹쳐지면 피해가 더 커진다.

**(2) 지진 해일(쓰나미):** 해저에서 발생한 화산 폭발, 단층 작용에 의한 지진 등의 갑작스런 지각 변동에 의해 지반의 상하 이동이 일어나는 경우에 발생한 해파가 연안으로 오면서 파고가 매우 높아져 피해를 입힌다. 지진 해일은 수심에 비해 파장이 매우 길어서 천해파의 특성을 가진다.

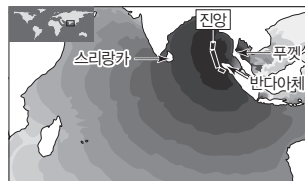


지진 해일의 전파 모습

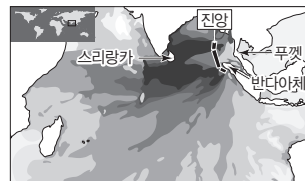
**과학 돋보기** | 지진 해일(쓰나미)의 전파와 파고

그림 (가)와 (나)는 2004년 인도양에서 발생한 쓰나미의 전파 경로와 파고를 나타낸 것이다.

- 지진 해일은 발생할 때 최대 750 km/h의 빠른 속도와 약 200 km의 파장을 가지는 천해파이다.
- 지진 해일은 천해파이므로 깊은 바다에서는 속도가 빠르고, 수심이 얕아질수록 점점 느려진다.
- 진앙에서 가까운 지역일수록 대체로 쓰나미 도착 시간이 빠르고, 파고가 높다.



(가) 쓰나미 도착 시간



(나) 파고

**개념 체크**

- **폭풍 해일:** 만조 시기와 겹쳐지면 피해가 더 커진다.
- **지진 해일:** 수심에 비해 파장이 매우 길어서 천해파의 특성을 가진다.

1. 폭풍 해일은 기압 ( ) 시기, 해안 및 해저 지형 등에 따라 피해가 달라진다.
2. 태풍이 접근할 때 낮은 중심 ( )과 강한 ( )에 의한 해수의 퇴적으로 해수면이 크게 상승한다.
3. 지진 해일은 해저에서 발생한 화산 폭발, 단층 작용에 의한 ( ) 등에 의해 발생할 수 있다.
4. 지진 해일은 해안에 가까워지는 동안 파장이 ( )되고, 파고가 ( )진다.

**정답**

1. 만조
2. 기압, 바람
3. 지진
4. 짧아, 높아

개념 체크

- 조석: 바닷물이 주기적으로 상승·하강하는 운동
- 조류: 조석에 의해 나타나는 밀물·썰물과 같은 수평 방향의 해수 흐름

1. 조석의 한 주기 중 해수면이 가장 높은 때를 ( )라고 한다.
2. 기조력은 지구가 천체와의 공통 질량 중심을 회전할 때 생기는 ( )과 지구와 천체 간에 작용하는 ( )의 합력이다.
3. 조석 주기는 만조에서 다음 ( )가 될 때까지의 시간이다.
4. 달의 공전 주기는 약 27.3일이므로 12시간에 약 ( )만큼 지구 주위를 공전한다.
5. 지구가 약 6.5°만큼 자전하는 데 걸리는 시간은 약 ( )분이다.

정답

1. 만조
2. 원심력, 만유인력
3. 만조
4. 6.5
5. 25

5 조석

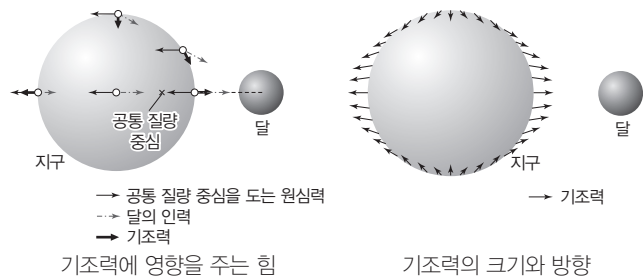
(1) 조석과 조류

- ① 조석: 바닷물이 태양과 달의 인력에 의해 주기적으로 상승·하강하는 운동이다.
- ② 조류: 조석에 의해 나타나는 밀물·썰물과 같은 수평 방향의 해수 흐름이다.

(2) 만조와 간조: 조석의 한 주기 중 해수면이 가장 높은 때를 만조, 가장 낮은 때를 간조라고 하며, 만조 때와 간조 때 해수면의 높이 차를 조차(조석 간만의 차)라고 한다.

(3) 기조력: 조석을 일으키는 힘이다.

- ① 원인: 기조력은 지구가 천체와의 공통 질량 중심을 회전함에 따라 지구상의 각 지점에서 생기는 원심력과 지구의 각 지점과 천체 간에 작용하는 만유인력의 합력이다.



② 기조력(F)의 크기: 천체의 질량(M)에 비례하고, 천체까지의 거리(r)의 세제곱에 반비례한다.

$$\rightarrow F \propto \frac{M}{r^3}$$

- ③ 달과 태양에 의한 기조력: 태양의 질량은 달의 질량에 비해 훨씬 크지만 태양은 달에 비해 지구로부터의 거리가 훨씬 멀다. 따라서 달에 의한 기조력이 태양보다 약 2배 크다.
- ④ 달에 의한 기조력의 방향: 달을 향한 쪽에서는 만유인력이 원심력보다 커서 기조력이 달 쪽으로 작용하지만 반대쪽에서는 원심력이 만유인력보다 커서 기조력이 달의 반대쪽으로 작용한다.

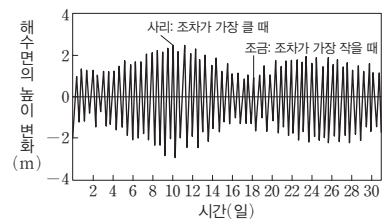
(4) 조석 주기: 만조(간조)에서 다음 만조(간조)까지의 시간으로 약 12시간 25분(반일주조의 경우)이다.

① 달의 공전 주기는 약 27.3일이므로 12시간에 약 6.5°만큼 지구 주위를 공전한다.

탐구자료 살펴보기    조석 주기

자료 분석

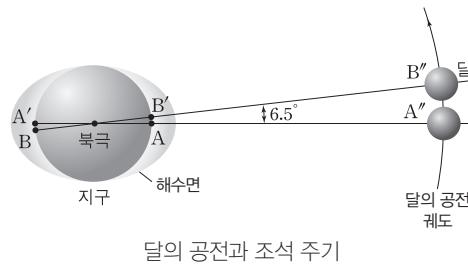
1. 해수면의 높이 변화는 지구, 달, 태양의 상대적인 위치에 따라 주기적으로 나타난다.
2. 해수면의 높이 변화가 가장 크게 나타나는 시기는 태양, 지구, 달이 일직선을 이루고 있는 삭이나 망일 때이다.
3. 해수면의 높이 변화가 가장 작게 나타나는 시기는 달과 태양이 수직으로 위치하는 상현이나 하현일 때이다.
4. 하루에 만조와 간조가 각각 약 2회씩 일어나며 조석 주기는 약 12시간 25분이다.



분석 point

만조 때와 간조 때 해수면의 높이 차(조차)는 사리일 때 최대이고, 조금일 때 최소이다.

② 달이 A''에 있을 때 지표상의 A와 A' 지점은 만조이다. 따라서 A 지점이 12시간 자전하여 A'로 오면 다시 만조가 되어야 하지만 달은 12시간 동안 약 6.5°만큼 공전하여 B''의 위치에 오게 된다. 따라서 A 지점은 A'를 지나 약 6.5° 더 자전한 B 지점에 위치하여야 다시 만조가 된다.

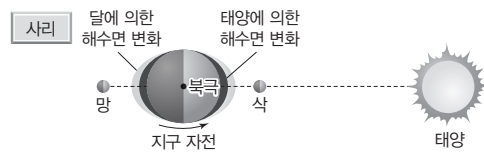


달의 공전과 조석 주기

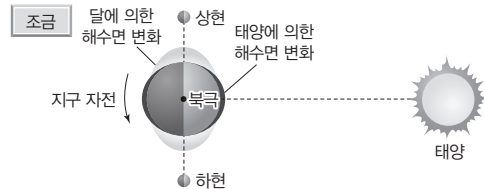
③ 지구가 약 6.5° 자전하는 데 걸리는 시간은 약 25분이므로 반일주조의 경우 조석 주기는 약 12시간 25분이 된다.

**(5) 사리와 조금**

① 사리(대조): 달의 위상이 삭이나 망일 때로 달과 태양이 평행하게 위치하여 두 천체의 기조력이 합쳐져서 조차가 최대가 되는 시기이다.



② 조금(소조): 달의 위상이 상현이나 하현일 때로 달과 태양이 수직으로 위치하여 두 천체의 기조력이 분산되어 조차가 최소로 되는 시기이다.

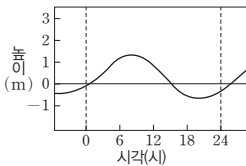
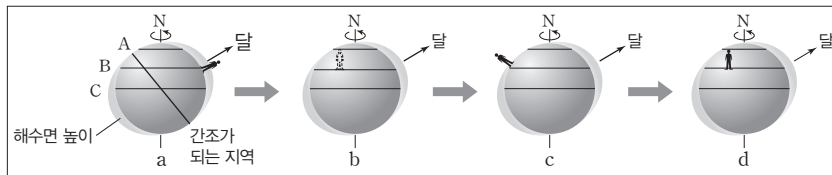


**개념 체크**

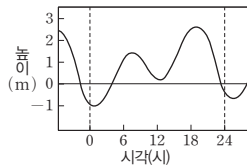
- 사리(대조): 달의 위상이 삭이나 망일 때로 조차가 최대가 되는 시기
- 조금(소조): 달의 위상이 상현이나 하현일 때로 조차가 최소가 되는 시기

1. 하루에 만조와 간조가 약 한 번씩 일어나는 경우는 ( )이다.
2. 반일주조의 경우 조석 주기는 약 ( )시간 ( )분이다.
3. 사리일 때 달의 위상은 ( ) 또는 ( )이다.
4. 위도별 조석의 형태가 다른 이유는 백도가 지구의 ( )와  $23.5^\circ \pm 5^\circ$  기울어져 있기 때문이다.

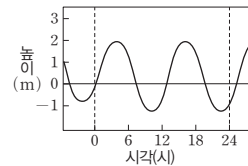
**과학 돋보기 | 위도별 조석 형태**



A 지역(고위도)



B 지역(중위도)



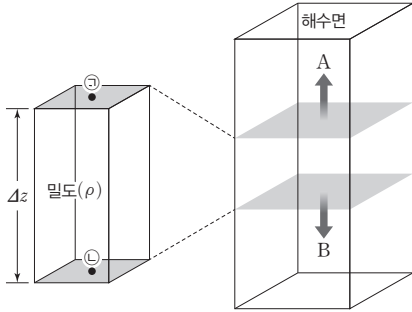
C 지역(저위도)

- 달의 위치에 따라서 해수면이 상승하는 방향이 달라진다.
- 백도(달의 공전 궤도)가 지구의 적도와  $23.5^\circ \pm 5^\circ$  기울어져 있기 때문에 위도에 따라서 조석의 형태가 달라진다.
- A 지역: 하루에 만조와 간조가 한 번씩만 일어나 조석 주기가 약 24시간 50분이다. ➔ 일주조
- B 지역: 하루에 만조와 간조가 약 두 번씩 일어나고 연속되는 두 만조나 간조 사이의 수위와 시간 간격이 다르다. ➔ 혼합조
  - a 시기: 관측자가 더 크게 부풀어 오른 해수면 방향에 있으므로 해수면의 높이는 고고조이다.
  - b 시기: 관측자가 지구 뒤쪽에 위치하므로 해수면의 높이는 고저조 또는 저저조이다.
  - c 시기: 관측자가 약간 부풀어 오른 해수면 방향에 있으므로 해수면의 높이는 저고조이다.
  - d 시기: 관측자가 지구 앞쪽에 위치하므로 해수면의 높이는 저저조이다.
- C 지역: 하루에 만조와 간조가 약 두 번씩 일어나고 조차가 비슷하며, 조석 주기가 약 12시간 25분이다. ➔ 반일주조

**정답**

1. 일주조
2. 12, 25
3. 삭(망), 망(삭)
4. 적도

**01** [23030-0113] 그림은 정역학 평형 상태에 있는 단위 질량의 어느 물기둥을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 중력과 연직 수압 경도력 중 하나이다.

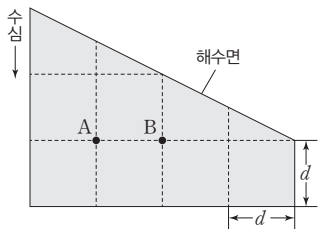


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. A와 B의 크기는 같다.
  - ㄴ. 수압은 ㉠ 지점이 ㉡ 지점보다 작다.
  - ㄷ. 밀도( $\rho$ )가 감소하면 A와 B는 모두 증가한다.

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

**02** [23030-0114] 그림은 해수의 밀도와 중력 가속도가 일정하고 해수면이 경사진 어느 해역의 모습을 나타낸 것이다.

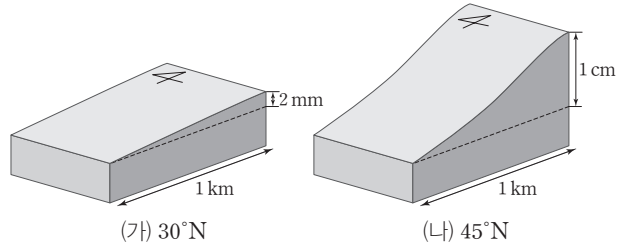


A 지점이 B 지점보다 큰 값을 가지는 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 수심
  - ㄴ. 수압
  - ㄷ. 작용하는 수평 수압 경도력

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

**03** [23030-0115] 그림 (가)와 (나)는 지형류 평형 상태인 위도가 서로 다른 두 해역의 모습을 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 해수의 밀도와 중력 가속도는 동일하다.

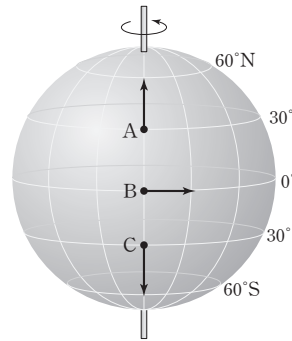


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 수평 수압 경도력은 (가)가 (나)의 5배이다.
  - ㄴ. 위도만 고려할 때 단위 질량의 해수에 작용하는 전향력은 (가)가 (나)보다 크다.
  - ㄷ. (가)와 (나)는 모두 수평 수압 경도력이 남쪽으로 작용한다.

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

**04** [23030-0116] 그림은 위도가 서로 다른 세 지점에서 질량이 동일한 물체 A, B, C의 운동 방향을 나타낸 것이다.



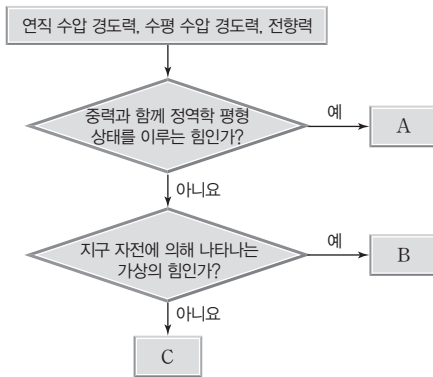
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 처음 운동 속력은 모두 일정하다.)

- 보기
- ㄱ. 전향력의 크기는  $A > B$ 이다.
  - ㄴ. 물체의 운동 속력이 감소하면 전향력은 증가한다.
  - ㄷ. A와 C에 작용하는 전향력의 방향은 모두 동쪽이다.

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

**05** 그림은 해수에 영향을 미치는 세 종류의 힘을 특징에 따라 구분한 것이다.

[23030-0117]



A, B, C에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 연직 수압 경도력이다.
- ㄴ. B는 지구상의 모든 물체에 작용한다.
- ㄷ. C는 일반적으로 해수면의 경사가 클수록 작아진다.

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

**06** 다음은 에크만 수송에 대해 철수, 영희, 민수가 나누고 있다.

[23030-0118]

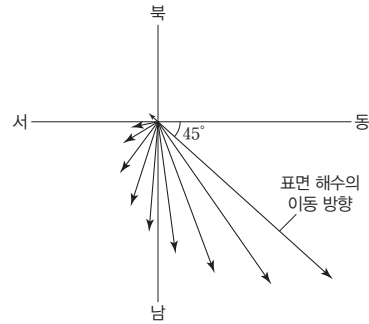


제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① 철수                      ② 영희                      ③ 철수, 민수
- ④ 영희, 민수            ⑤ 철수, 영희, 민수

**07** 그림은 어느 해역의 에크만 나선을 연직 상공에서 내려다 본 모습을 나타낸 것이다. 화살표의 방향은 해수의 이동 방향이고, 길이는 유속을 나타낸다.

[23030-0119]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

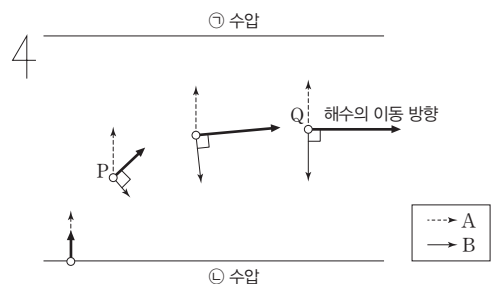
보기

- ㄱ. 이 해역은 남반구에 위치한다.
- ㄴ. 해수면 부근에서 부는 바람의 방향은 북 → 남이다.
- ㄷ. 마찰층 내에서 해수의 평균적인 이동 방향은 남쪽이다.

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

**08** 그림은 어느 해역에서 지형류가 형성되는 과정을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 수압 경도력과 전향력 중 하나이다.

[23030-0120]



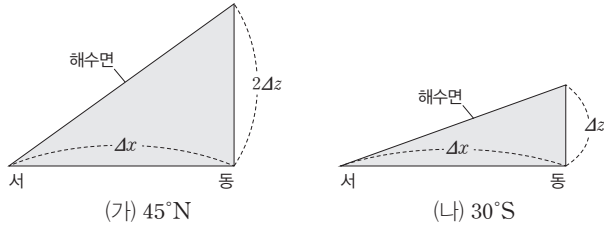
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 수압 경도력, B는 전향력이다.
- ㄴ. 해수에 작용하는 전향력의 크기는 P 지점보다 Q 지점에서 크다.
- ㄷ. 수압은 ㉠ > ㉡이다.

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

09 그림 (가)와 (나)는 지형류 평형 상태인 위도가 서로 다른 두 해역의 모습을 모식적으로 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 종력 가속도는 동일하고,  $\Delta x$ 는 수평 거리이다.

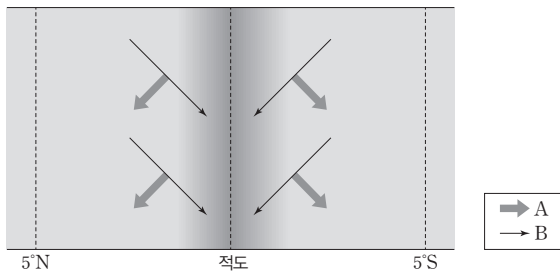


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 지형류에 작용하는 전향력은 (가)보다 (나)에서 크다.
  - ㄴ. (가)와 (나)에서 지형류는 모두 고위도로 이동한다.
  - ㄷ. 지형류의 유속은 (가)보다 (나)에서 빠르다.

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

10 그림은 적도와 위도 5° 사이의 해수면 위에서 부는 바람과 마찰층에서의 에크만 수송을 A와 B로 순서 없이 나타낸 것이다.

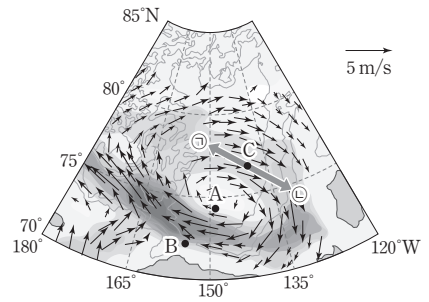


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 해수면 위에서 부는 바람은 A이다.
  - ㄴ. 표면 해수는 적도에서 발산한다.
  - ㄷ. 에크만 수송에 작용하는 전향력은 저위도에서 고위도 방향으로 작용한다.

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

11 그림은 북반구 어느 해역에서 관측한 지형류의 방향과 속력을 나타낸 것이다. C에서 부는 바람의 방향은 ㉠과 ㉡ 중 하나이다.

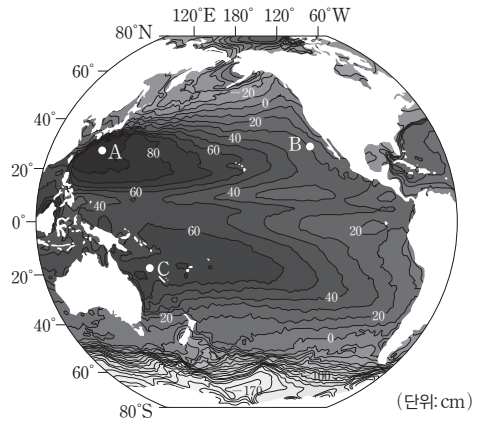


지점 A, B, C에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 해수면의 높이는 A가 B보다 높다.
  - ㄴ. 에크만 수송의 방향은 A → B이다.
  - ㄷ. C의 해수면 부근에서 부는 바람의 방향은 ㉡이다.

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

12 그림은 태평양의 해수면 높이 분포를 나타낸 것이다.

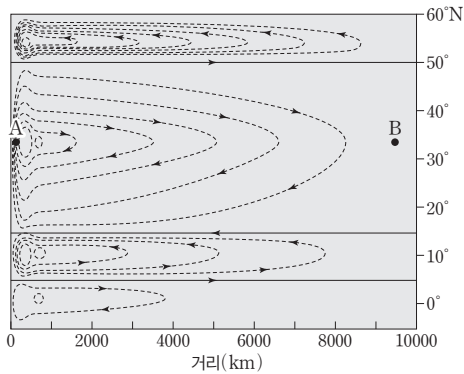


지점 A, B, C에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 해수의 수송량은 단위 시간에 단위 면적을 통과하는 해수의 양을 의미한다.)

- 보기
- ㄱ. 해수의 수송량은 B보다 A에서 많다.
  - ㄴ. 지형류의 방향은 B와 C에서 서로 반대이다.
  - ㄷ. 수압 경도력이 작용하는 방향은 A와 B에서 서로 같다.

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

13 [23030-0125] 그림은 위도에 따른 해수의 표층 순환을 모식적으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 전향력이 위도에 따라 일정한 경우에 나타나는 표층 순환의 모습이다.
  - ㄴ. 해수면의 경사는 A에서가 B에서보다 크다.
  - ㄷ. 해류의 평균 깊이는 A에서가 B에서보다 크다.

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

14 [23030-0126] 그림은 해파를 모양에 따라 분류하여 나타낸 것이다.



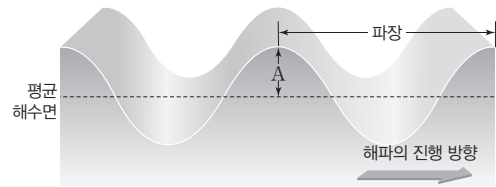
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 평균 파장이 가장 긴 해파는 너울이다.
  - ㄴ. 풍랑은 너울에서 변환되어 나타난다.
  - ㄷ. 평균 파고는 너울이 연안 쇠파보다 높다.

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

15 [23030-0127] 다음은 해파의 요소에 대한 설명이다.

해파는 해수면에서 생긴 교란이 파동의 형태로 전파되어 가는 현상이다. ㉠마루(골)에서 마루(골)까지의 수평 거리를 파장, 두 개의 마루나 ㉡골이 어느 한 점을 연속적으로 지나는 데 걸리는 시간을 주기라고 한다. 해파의 파장과 주기를 이용하여 해파의 (㉢)을(를) 구할 수 있다.

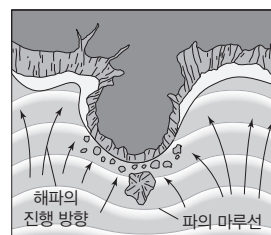


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

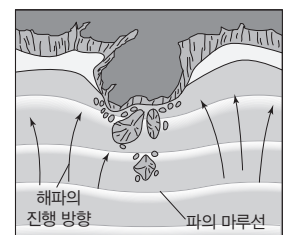
- 보기
- ㄱ. A는 파고이다.
  - ㄴ. 해수면의 높이는 ㉠ > ㉡이다.
  - ㄷ. ㉢에는 '전파 속도'가 해당한다.

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

16 [23030-0128] 그림 (가)와 (나)는 해안에 어느 해파가 접근하는 모습을 시간 순서 없이 나타낸 것이다.



(가)



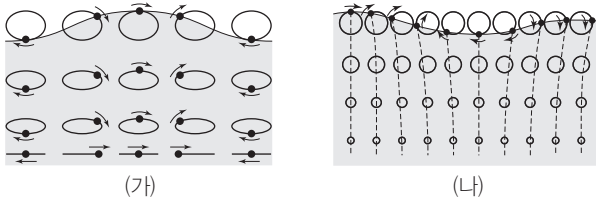
(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. (가)가 (나)보다 나중이다.
  - ㄴ. 해안에 접근한 해파는 천해파의 성질을 갖는다.
  - ㄷ. 곳에서는 퇴적 작용이 침식 작용보다 우세하게 나타난다.

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

17 [23030-0129] 그림 (가)와 (나)는 깊이에 따른 천해파와 심해파의 물 입자의 운동 모습을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 천해파, (나)는 심해파의 모습이다.  
 ㄴ. 물 입자의 운동 궤도 이심률은 (가)가 (나)보다 크다.  
 ㄷ. 해파의 속력이 수심의 영향을 받는 해파는 (가)이다.

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

18 [23030-0130] 그림 (가)와 (나)는 각각 폭풍 해일과 지진 해일의 모습을 나타낸 것이다.



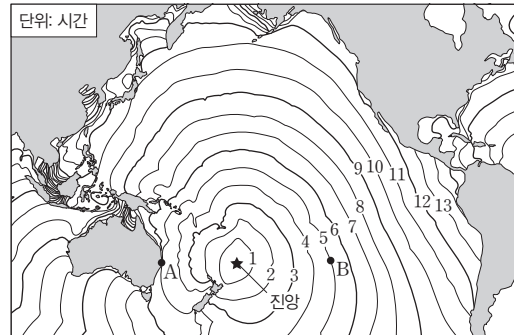
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 대기와의 상호 작용에 의한 해일은 (가)이다.  
 ㄴ. (나)를 일으키는 해파는 수심에 비해 파장이 매우 길다.  
 ㄷ. 만조일 때 (가)와 (나)가 발생하면 피해가 더 커질 것이다.

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

19 [23030-0131] 그림은 어떤 지진에 의해 발생한 해파의 도달 시간을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 발생한 해파는 천해파의 특성을 나타낸다.  
 ㄴ. 평균 수심은 A 지점과 진앙 사이보다 B 지점과 진앙 사이가 더 깊다.  
 ㄷ. 해파에 의한 피해 정도는 A 지점보다 B 지점에서 클 것이다.

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

20 [23030-0132] 다음은 영희가 기조력에 대해 학습한 후 정리한 내용이다.

■ 기조력

- 정의: 지구가 천체와의 공통 질량 중심을 회전하여 지구상의 각 지점에서 생기는 ㉠원심력과 지구상의 각 지점과 천체 간에 작용하는 만유인력의 합력
- 크기: 천체의 질량에 ( A )하고, 천체까지의 거리의 제곱에 반비례한다.
- ㉡ 지구상에서 달을 향한 쪽과 반대쪽에서 기조력이 최대이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

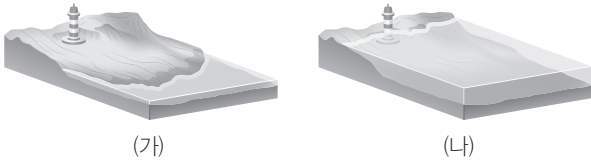
보기

ㄱ. A에는 '비례'가 적절하다.  
 ㄴ. ㉠은 지구의 중심에서 가장 작다.  
 ㄷ. ㉡에 의해 달을 향한 쪽과 반대쪽에서 간조가 나타난다.

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



**21** [23030-0133] 그림 (가)와 (나)는 하루 중 간조와 만조가 각각 2회씩 나타나는 북반구 중위도의 어느 해안가에서 만조와 간조일 때의 모습을 순서 없이 나타낸 것이다.

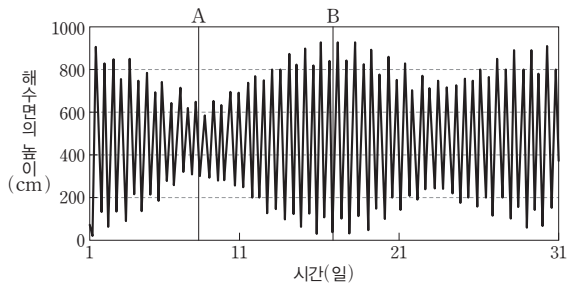


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 만조일 때는 (가)이다.
  - ㄴ. (가)와 (나)의 해수면 높이 차가 조차이다.
  - ㄷ. (가)에서 (나)로 전환되는 데 걸리는 최소 시간은 약 12시간 25분이다.

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

**22** [23030-0134] 그림은 우리나라의 어느 지역에서 한 달 동안 관측한 해수면의 높이 변화를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 사리(대조)와 조금(소조) 중 하나이다.

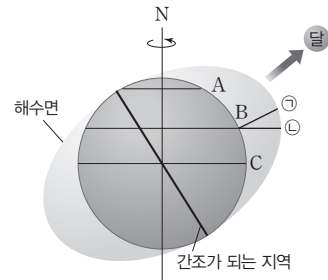


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. A는 사리(대조)일 때이다.
  - ㄴ. 태양, 지구, 달이 일직선을 이루고 있을 때는 B이다.
  - ㄷ. 지구에 작용하는 천체들에 의한 기조력의 크기는 A일 때가 B일 때보다 작다.

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

**23** [23030-0135] 그림은 달의 기조력에 의해 나타나는 해수면의 모습을 나타낸 것이다. B에서 측정한 해수면의 높이는 ㉠과 ㉡ 중 하나이다.

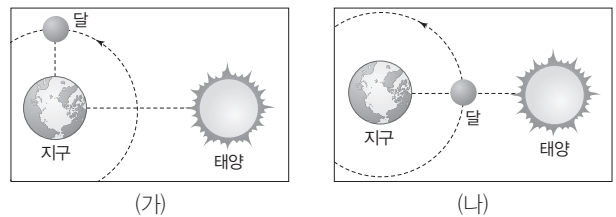


지점 A, B, C에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 달의 기조력 이외의 조석 변동 요인은 고려하지 않는다.)

- 보기
- ㄱ. 일주조가 일어나는 지점은 A이다.
  - ㄴ. B에서 측정한 해수면의 높이는 ㉠이다.
  - ㄷ. 연속되는 두 만조의 해수면 높이 차는 C보다 B에서 크다.

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

**24** [23030-0136] 그림 (가)와 (나)는 어느 달 서로 다른 두 시기에 태양, 지구, 달의 상대적인 위치를 나타낸 것이다.



우리나라의 서해안에서 (가)일 때가 (나)일 때보다 큰 값을 가지는 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 태양과 달에 의한 기조력 이외의 조석 변동 요인은 고려하지 않는다.)

- 보기
- ㄱ. 간조일 때 해수면의 높이
  - ㄴ. 관측한 달의 밝기
  - ㄷ. 조석 주기

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

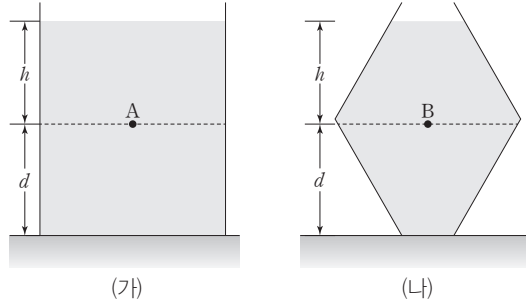
수압은 물속의 한 점에서 받는 압력의 세기로, 물속의 한 점에서는 모든 방향에서 같은 세기의 압력을 받는다.

지형류의 유속은 수평 수압 경도력에 비례하고, 수평 수압 경도력은 해수면의 경사

$(\frac{\Delta h_1}{\Delta x})$ 에 비례한다.

[23030-0137]

01 그림 (가)와 (나)는 정역학 평형 상태에 있는 서로 다른 모양의 두 용기에 담긴 해수를 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 해수의 밀도와 중력 가속도는 서로 같다.



지점 A와 B에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

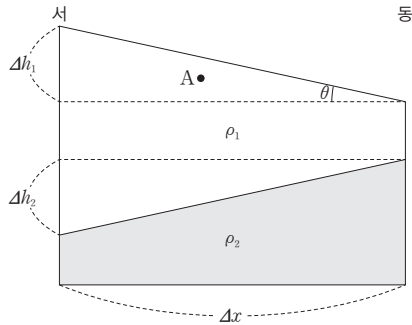
보기

- ㄱ. A에서 단위 질량의 해수에 작용하는 연직 수압 경도력의 크기는  $h$ 가 증가할수록 감소한다.
- ㄴ. B에 작용하는 수압의 크기는 수평 방향이 연직 방향보다 크다.
- ㄷ. A와 B에 작용하는 수압의 크기는 서로 같다.

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

[23030-0138]

02 그림은 지형류 평형 상태인 남반구 어느 해역의 해수면 경사와 밀도가  $\rho_1, \rho_2$ 인 해수층의 단면을 모식적으로 나타낸 것이다.  $\rho_1 < \rho_2$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 최하층에서 수평 방향의 수압 차는 없다고 가정한다.)

보기

- ㄱ. A 지점의 해수에 작용하는 수평 수압 경도력의 크기는  $\tan\theta$ 에 비례한다.
- ㄴ. A 지점에서 전향력은 서쪽에서 동쪽으로 작용한다.
- ㄷ.  $\rho_1$ 이 일정하다면  $\rho_1$ 과  $\rho_2$ 의 밀도 차이가 클수록  $\frac{\Delta h_2}{\Delta h_1}$ 는 커진다.

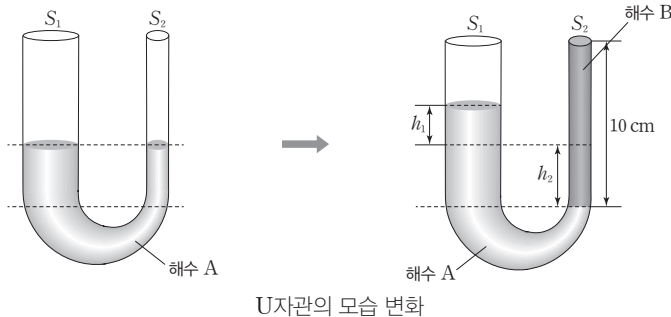
- ① ㄱ                      ② ㄴ                      ③ ㄱ, ㄷ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

**03** 다음은 밀도 차에 의한 해수의 흐름을 알아보는 탐구이다.

[23030-0139]

[탐구 과정]

- (가) 단면적이  $S_1$ 인 U자관의 왼쪽에 파란색 색소를 넣은 해수 A를 채운다.
- (나) 단면적이  $S_2$ 인 U자관의 오른쪽에 붉은색 색소를 넣은 해수 B를 천천히 채운다.
- (다) U자관의 해수 A와 B의 모습을 관찰한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단,  $S_1$ 은  $10\text{ cm}^2$ 이고,  $S_2$ 는  $5\text{ cm}^2$ 이다.)

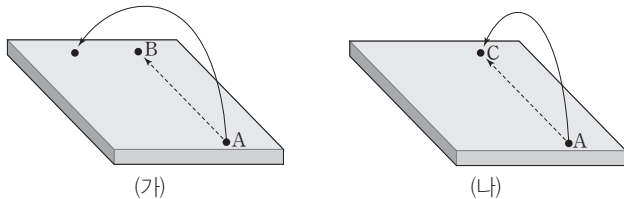
보기

- ㄱ. 해수의 밀도는 A가 B보다 크다.
- ㄴ.  $h_1 = 0.5h_2$ 이다.
- ㄷ. 해수 A의 밀도가  $1.5\text{ g/cm}^3$ 이고, 해수 B의 밀도가  $1\text{ g/cm}^3$ 일 때  $h_1$ 은  $2\text{ cm}$ 보다 작다.

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

**04** 그림 (가)와 (나)는 각각 남반구의 A 지점에서 동일한 경도상에 위치한 서로 다른 두 지점 B와 C로 어떤 물체를 던졌을 때 처음 운동 방향(점선)에 대한 실제 이동 경로(실선)를 나타낸 것이다. B와 C 지점의 위도는 A 지점보다 높다.

[23030-0140]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 지구 자전 각속도는 B 지점이 C 지점보다 크다.
- ㄴ. 지구 자전 속도는 B 지점이 C 지점보다 빠르다.
- ㄷ. 물체가 이동하는 동안 위도의 변화 폭은 (가)가 (나)보다 크다.

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

단면적이  $S_1$ 인 쪽에서 상승한 부피와 단면적이  $S_2$ 인 쪽에서 하강한 부피는 서로 같다.

전향력은 북반구에서는 물체의 운동 방향의 오른쪽 직각 방향으로, 남반구에서는 물체의 운동 방향의 왼쪽 직각 방향으로 작용한다.

북반구의 에크만 나선에서는 수심이 깊어짐에 따라 해수의 흐름이 오른쪽으로 더 편향되고 유속은 느려진다.

바람이 한 방향으로 지속적으로 불 때, 북반구에서 에크만 수송은 바람 방향의 오른쪽 직각 방향으로 나타난다.

[23030-0141]

05 표는 서로 다른 두 위도 15°N과 45°S에서 해수면 부근의 풍속에 따른 마찰층의 평균 깊이를 나타낸 것이다.

풍속(m/s)	15°N	45°S
20	300 m	180 m
10	150 m	90 m
5	75 m	45 m

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

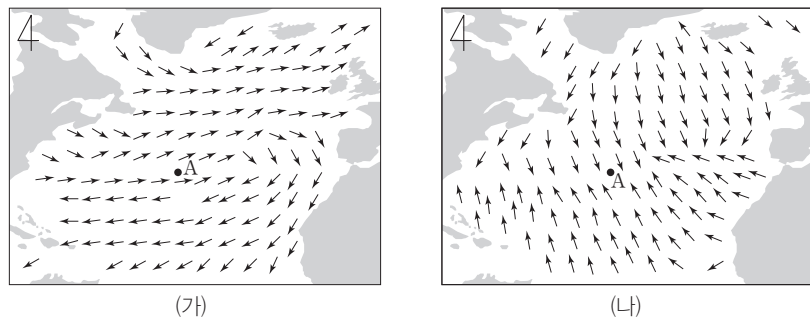
보기

- ㄱ. 마찰층의 평균 깊이는 풍속에 비례하여 나타난다.
- ㄴ. 풍속이 동일할 때 마찰 저항 심도는 15°N에서가 45°S에서보다 깊다.
- ㄷ. 15°N과 45°S에서 풍향이 동일할 때 두 지역에서 표면 해수의 이동 방향이 이루는 각은 180°이다.

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

[23030-0142]

06 그림 (가)와 (나)는 각각 어느 해역의 해수면 부근에서 부는 바람과 마찰층에서의 에크만 수송 방향을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

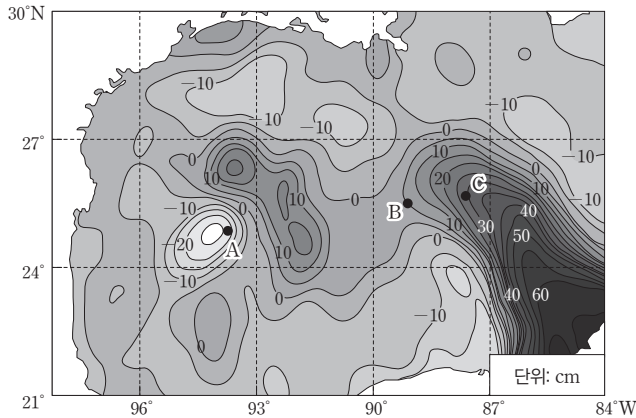
보기

- ㄱ. 이 해역은 남반구에 위치한다.
- ㄴ. A 지점에서 표층 해수는 발산한다.
- ㄷ. A 지점의 상공에서는 하강 기류가 우세하게 나타난다.

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

07 그림은 북반구 어느 해역 해수면의 높이 편차를 나타낸 것이다.

[23030-0143]



전향력과 수압 경도력이 평형을 이루는 상태에서 흐르는 해류를 지형류라고 한다.

지점 A, B, C에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 해수면의 높이가 편차는 해수면 위로 일정한 방향으로 지속적으로 부는 바람의 영향만을 고려한다.)

보기

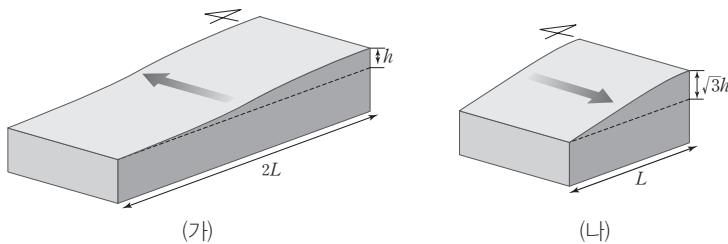
- ㄱ. 해수면의 높이는 A에서 가장 낮다.
- ㄴ. 지형류는 A와 C에서 서로 반대 방향으로 흐른다.
- ㄷ. B에서 C로 최단 거리로 이동할 때 바람의 방향은 시계 방향으로 변한다.

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

08 그림 (가)와 (나)는 지형류 평형 상태인 서로 다른 두 해역에서의 해수면 경사와 지형류의 방향(→)을 나타낸 것이다. (가)와 (나)의 위도는 각각 30°S와 60°N 중 하나이다.

[23030-0144]

지형류의 유속은 위도가 낮을수록, 해수면의 경사가 급할수록 빠르다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 두 해역에서 중력 가속도는 서로 같다고 가정한다.)

보기

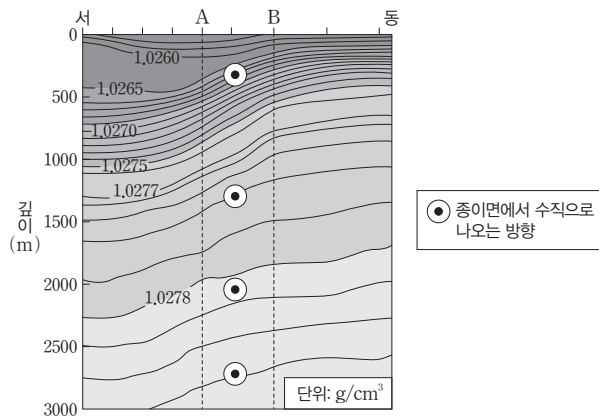
- ㄱ. (나)의 위도는 30°S이다.
- ㄴ. 수압 경도력의 크기는 (가)가 (나)보다 작다.
- ㄷ. 지형류의 유속은 (나)가 (가)보다 6배 빠르다.

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

밀도가 작은 쪽은 해수면의 높이가 높아지고, 밀도가 큰 쪽은 해수면의 높이가 낮아진다.

해수면 부근에서 부는 바람의 영향으로 에크만 수송이 일어나고, 이로 인해 해수면의 경사가 발생하여 지형류가 흐르게 된다.

09 그림은 어느 해역에서 관측한 깊이에 따른 해수의 밀도 분포와 지형류의 방향(⊙)을 나타낸 것이다. [23030-0145]



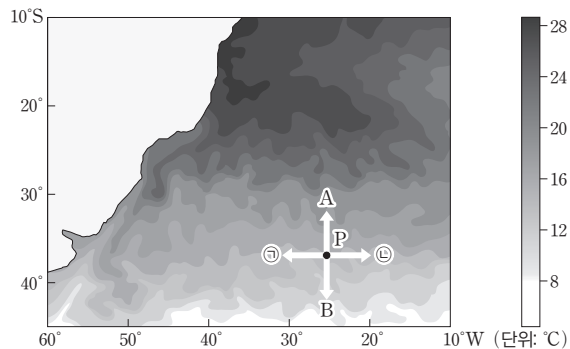
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 이 해역은 남반구에 위치한다.
- ㄴ. 표층 염분이 일정하다면 표층 수온은 A 지점이 B 지점보다 낮다.
- ㄷ. 지형류의 유속은 수심 500 m에서가 수심 2000 m에서보다 빠르다.

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

10 그림은 남반구 어느 해역의 표층 수온 분포를 나타낸 것이다. 에크만 수송이 일어난 P 지점 부근에 부는 바람은 ㉠과 ㉡ 중 하나이고, 해수면의 높이는 바람의 영향만을 고려한다. [23030-0146]



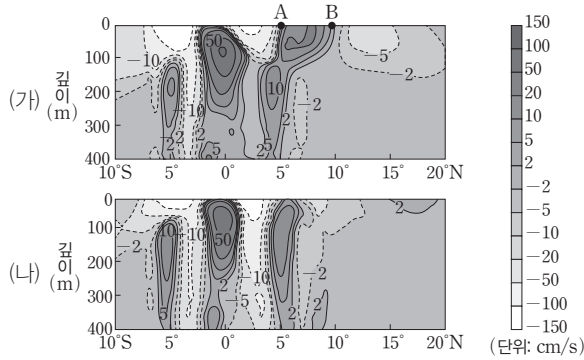
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A에서 B로 갈수록 표층 수온은 높아진다.
- ㄴ. P 지점의 표층 해수는 북동쪽으로 이동한다.
- ㄷ. P 지점에 부는 바람과 지형류의 방향은 서로 같다.

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

11 [23030-0147] 그림 (가)와 (나)는 어느 시기에 경도가 서로 다른 두 해역에서 관측한 깊이에 따른 해수의 동서 방향의 유속을 나타낸 것이다. 유속 값의 (+)와 (-)는 각각 동 → 서 방향과 서 → 동 방향 중 하나이다.



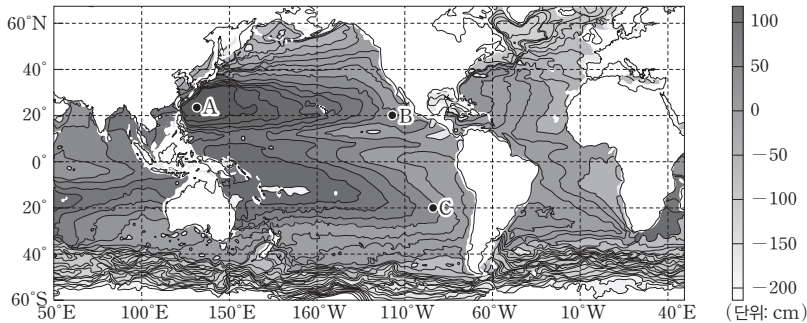
이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 해수면의 높이는 A 지점이 B 지점보다 낮다.
- ㄴ. (+)는 동 → 서 방향이다.
- ㄷ. 적도 아래 해수의 깊이에 따른 유속 변화 폭은 (가)가 (나)보다 크다.

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

12 [23030-0148] 그림은 전 세계의 해수면 높이 분포를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 해수면의 높이는 대양의 서쪽 연안이 동쪽 연안보다 대체로 높다.
- ㄴ. 표층 해류의 폭에 대한 수송량의 비는 A에 흐르는 해류가 B에 흐르는 해류보다 크다.
- ㄷ. A, B, C 지점 중에서  $\frac{\text{표층 해류가 나타나는 깊이}}{\text{해류 순환의 중심으로부터의 거리}}$ 는 C에서 가장 크다.

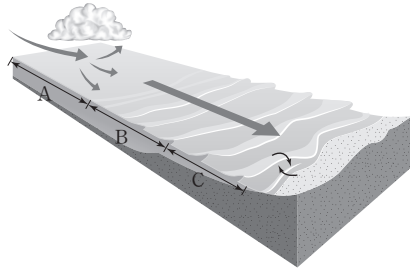
- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

적도 반류는 적도 무풍대를 따라 서쪽에서 동쪽으로 흐르는 강한 흐름의 해류이다.

서안 강화 현상에 의해서 대양의 서쪽 연안에서는 해수면의 경사가 급해지고, 대양의 동쪽 연안에서는 해수면의 경사가 완만해진다.

해파는 모양에 따라 풍랑, 너울, 연안 쇄파로 구분하고, 풍랑은 풍속이 빠를수록 규모가 커진다.

13 그림은 해파의 모양에 따른 분류를, 표는 그림의 A에서 완전히 성장한 여러 해파의 물리량과 풍속을 나타낸 것이다. A, B, C는 각각 너울, 연안 쇄파, 풍랑이 나타나는 구간 중 하나이다.



해파	풍속 (km/h)	평균 파고 (m)	평균 파장 (m)	평균 주기 (초)
㉠	20	0.3	10.6	3.2
㉡	40	1.8	39.7	6.2
㉢	60	5.1	89.2	9.1

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

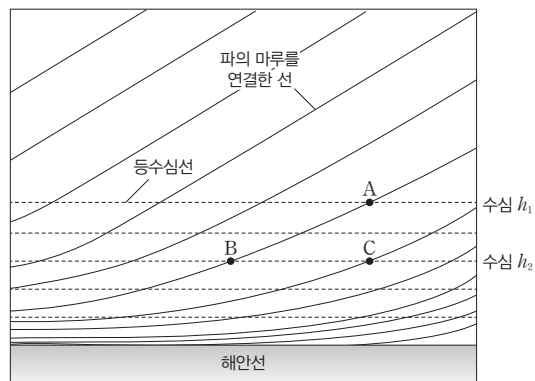
- ㄱ. 해파의 평균 주기는 C에서 가장 짧다.
- ㄴ. 풍속이 빨라질수록 A에서 성장한 해파의 규모는 커진다.
- ㄷ. 표에서 해파의 평균 파고가 높을수록 전파 속도가 빨라진다.

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

천해파는 수심이 낮아질수록 속도가 느려지고, 해파의 진행 방향은 해파의 마루를 연결한 선의 직각 방향이다.

14 그림은 어느 해파가 해안으로 접근하는 모습을 나타낸 것이다.

[23030-0150]



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

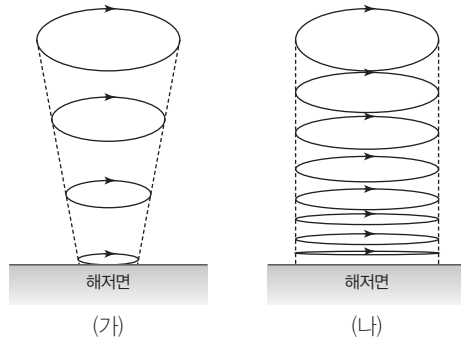
- ㄱ. 해파의 속도는 A 지점에서 B 지점에서보다 빠르다.
- ㄴ. 해파는 B 지점과 C 지점에 동시에 도달한다.
- ㄷ. 해파가 해안선에 접근하면서 해파의 진행 방향은 시계 반대 방향으로 회전한다.

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



15 그림 (가)와 (나)는 서로 다른 두 해파의 물 입자 운동을 나타낸 것이다.

[23030-0151]



천해파의 전파 속도는 수심의 영향을 받고, 천이파는 천해파와 심해파의 성질을 모두 나타내므로 수심과 파장의 영향을 모두 받는다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

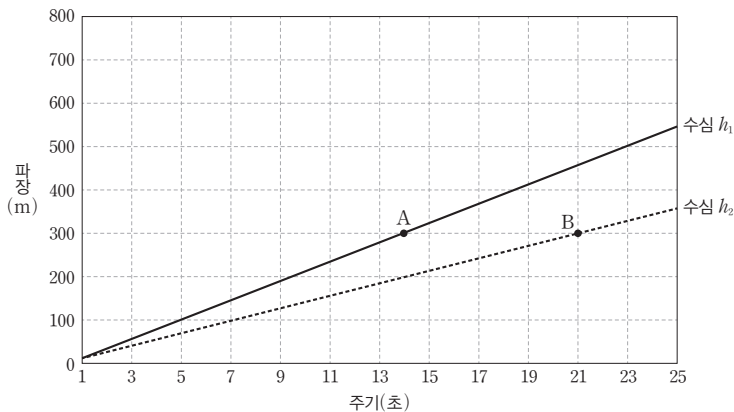
보기

- ㄱ. (가)의 전파 속도는 수심과 파장의 영향을 모두 받는다.
- ㄴ. (나)는 해안선으로 접근하면서 파장이 짧아진다.
- ㄷ. 해저면의 영향을 받는 정도는 (가)가 (나)보다 작다.

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

16 그림은 수심이  $h_1$ 인 해역과  $h_2$ 인 해역을 지나는 해파들의 파장과 주기 관계를 나타낸 것이다.

[23030-0152]



수심에 따라 전파 속도가 달라지는 해파는 천해파이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ.  $h_1 > h_2$ 이다.
- ㄴ. B 해파는 천해파이다.
- ㄷ. A 해파가 B 해파보다 전파 속도가 느리다.

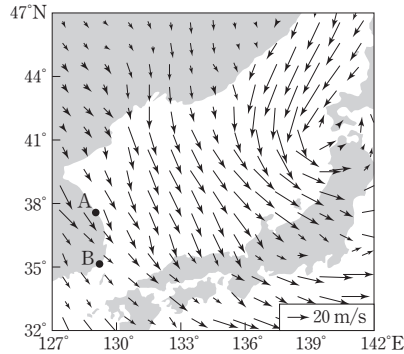
- ① ㄱ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

폭풍 해일은 열대 저기압(태풍)이나 강한 온대 저기압에 의해 해수면이 크게 상승하면서 나타나는 현상이다.

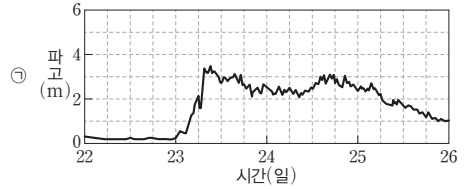
지진 해일은 파장이 일반적으로 200 km 이상이므로 지구상 모든 해역에서 천해파로 분류된다.

[23030-0153]

17 그림 (가)는 어느 해 2월 23일에 관측한 동해에서의 수평 바람 분포를, (나)는 (가)의 A와 B에서의 시간에 따른 파고를 순서 없이 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

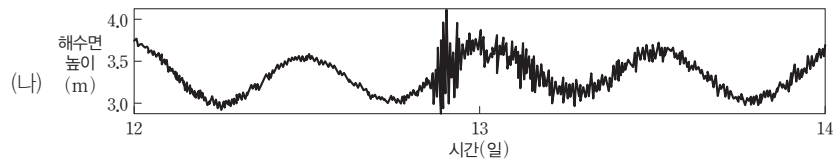
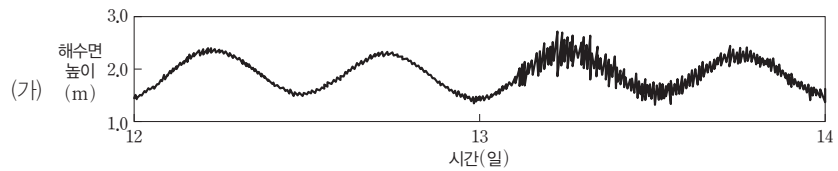
㉠ 보기

- ㉠. (가)에서 경도가 커질수록 기압은 대체로 증가한다.
- ㉡. ㉠은 B에서의 관측 자료이다.
- ㉢. (나)에서 시간에 따른 파고의 변화 폭은 ㉠이 ㉡보다 작다.

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

[23030-0154]

18 그림 (가)와 (나)는 2021년 8월에 어느 해저 지진이 발생했을 때, 서로 다른 두 지역에서 관측한 해수면의 높이 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

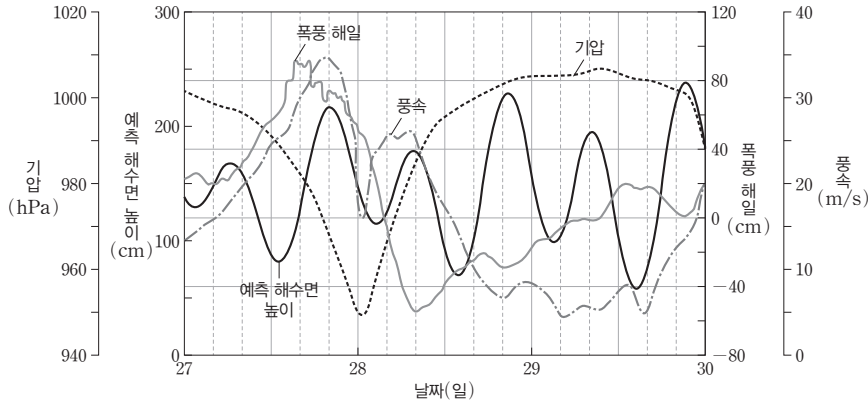
㉠ 보기

- ㉠. 이 해파의 전파 속도는 수심의 영향을 받는다.
- ㉡. 다른 조건이 동일할 때 지진 해일이 이동하여 도달한 거리는 (가)가 (나)보다 멀다.
- ㉢. 지진 해일에 의한 해수면 높이의 변화 폭은 (가)가 (나)보다 크다.

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

19 그림은 태풍의 영향을 받은 우리나라의 어느 해안 관측소에서 3일 동안 관측한 기압, 풍속, 예측된 해수면 높이, 폭풍 해일을 나타낸 것이다.

[23030-0155]



태풍 중심 부근의 낮은 기압과 강한 바람에 의해 저기압의 중심부에서는 해수면이 높아지게 된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

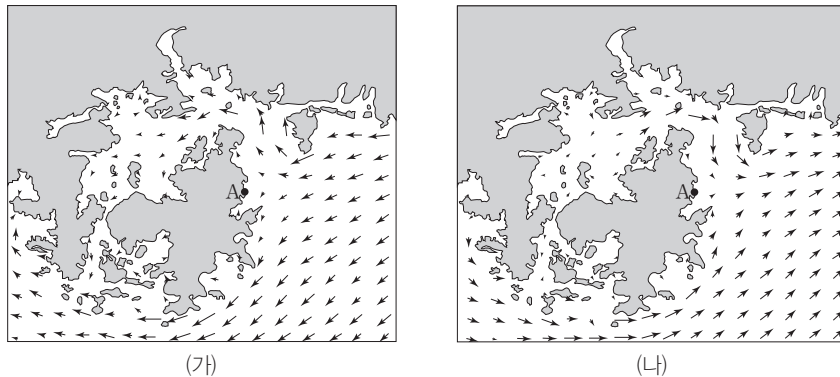
보기

- ㄱ. 만조 때 폭풍 해일이 발생하면 큰 피해를 줄 수 있다.
- ㄴ. 바람의 세기는 폭풍 해일의 발생에 영향을 거의 주지 않는다.
- ㄷ. 태풍의 중심 부근이 관측소를 통과한 후에 폭풍 해일이 발생했다.

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

20 그림 (가)와 (나)는 어느 날 우리나라의 남해안에서 연속적으로 관측된 조류의 방향을 나타낸 것이다.

[23030-0156]



조석에 의해서 나타나는 밀물, 썰물과 같은 수평 방향의 해수 흐름을 조류라고 한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A 지점에서 썰물 시기는 (나)이다.
- ㄴ. (가)와 (나)의 평균 시간 간격은 약 12시간 25분이다.
- ㄷ. (가)에서 (나)로 전환되는 사이에 A 지역에 간조가 나타난다.

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

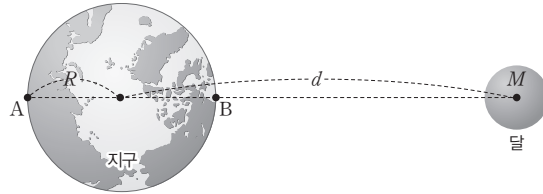
기조력은 지구와 달의 공통 질량 중심을 회전함에 따라 지구의 각 지점에서 생기는 원심력과 달에 의한 만유인력의 합력이다.

달에 의한 기조력은 태양에 의한 기조력보다 약 2배 크다.

[23030-0157]

21 다음은 지구에 작용하는 달의 기조력에 대한 설명이다.

조석 현상을 일으키는 힘을 기조력이라고 한다. 지구에 작용하는 달의 기조력은 ㉠ 지구의 각 지점과 달 사이에 작용하는 만유인력과 ㉡ 지구상의 각 지점에서 생기는 원심력과 합력이다. 이로 인해 달에 의한 기조력의 크기는 달의 질량에 비례하고, 달까지의 거리의 세제곱에 반비례한다.



R: 지구의 반지름, M: 달의 질량, d: 지구 중심과 달 중심 사이의 거리

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

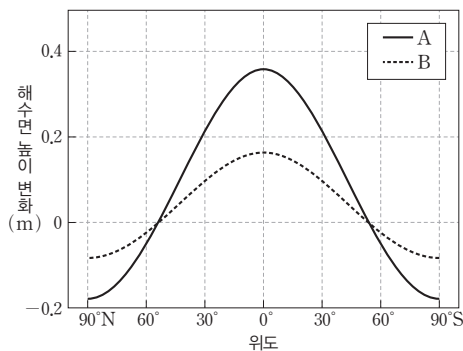
보기

- ㄱ. ㉠의 크기는 A와 B에서 서로 같다.
- ㄴ. ㉡은 지구의 자전에 의해 발생한다.
- ㄷ. M과 d가 각각 2배 증가하면 기조력은  $\frac{1}{4}$ 배로 감소한다.

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

[23030-0158]

22 그림은 태양과 달이 지구의 적도면상에 위치할 때, 태양과 달의 기조력에 의한 위도별 해수면의 높이 변화를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 태양과 달 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

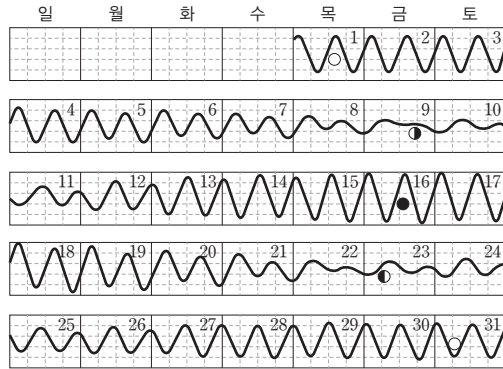
보기

- ㄱ. A는 달이고, B는 태양이다.
- ㄴ. 태양-지구-달 사이의 각이 0°일 때 달의 위상은 망이다.
- ㄷ. 태양과 달의 기조력이 상쇄되면 조차는 커진다.

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

**23** 그림은 어느 지역의 2019년 10월의 조석 달력을 나타낸 것이다. ○와 ●는 각각 달의 위상이 망과 삭이다.

[23030-0159]



태양, 지구, 달이 일직선을 이루고 있는 삭이나 망일 때, 해수면의 높이 변화가 가장 크게 나타난다.

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

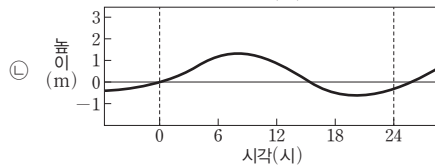
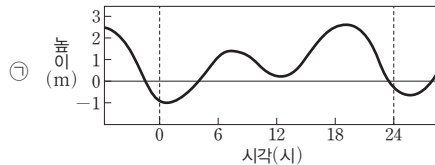
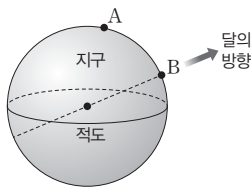
보기

- ㄱ. 8월에 사리(대조)는 2번 있었다.
- ㄴ. 연속하는 만조와 간조 때의 해수면 높이 차는 1일이 9일보다 크다.
- ㄷ. 이 지역에서 달을 관측할 수 있는 최대 가능 시간은 16일이 23일보다 짧다.

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

**24** 그림 (가)는 지구와 달의 상대적인 위치를, (나)는 (가)의 A와 B 지역에서 관측한 해수면의 높이 변화를 ㉠과 ㉡으로 순서 없이 나타낸 것이다.

[23030-0160]



일주조는 조석 주기가 약 24시간 50분이고, 하루에 만조와 간조가 각각 한 번씩만 일어난다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 조석 주기는 A 지역이 B 지역보다 길다.
- ㄴ. B 지역에서 나타나는 해수면의 높이 변화는 (나)의 ㉠이다.
- ㄷ. B 지역에서 연속한 만조의 해수면 높이 차는 지구의 적도면과 달의 공전 궤도면이 이루는 각이 작을수록 작아진다.

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

### 개념 체크

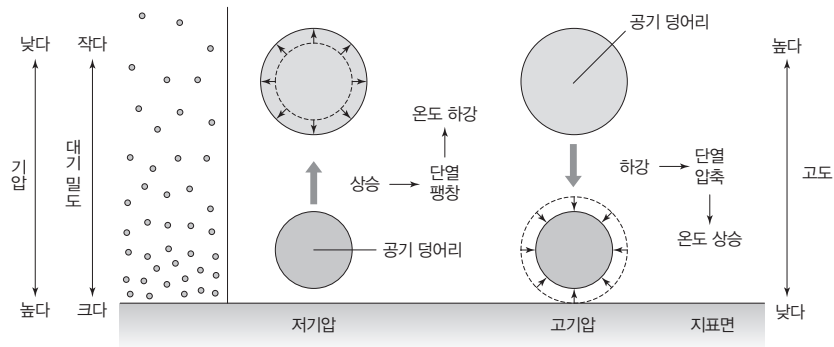
- **기체의 내부 에너지:** 기체의 운동 에너지로, 내부 에너지가 증가하면 온도가 높아지고 내부 에너지가 감소하면 온도가 낮아진다.
- **단열 감률:** 단열 변화에 의해 상승 또는 하강하는 공기 덩어리의 온도가 높이에 따라 변하는 비율로, 불포화 상태의 공기 덩어리는 건조 단열 감률인 약 10 °C/km, 포화 상태의 공기 덩어리는 습윤 단열 감률인 약 5 °C/km로 단열 변화한다.

1. 공기 덩어리가 단열 상승하면 부피가 ( )하고, 내부 에너지는 ( )하며, 온도는 ( )진다.
2. 습윤 단열 감률이 건조 단열 감률보다 작은 까닭은 수증기가 응결하면서 ( )하는 열 때문이다.
3. 불포화 상태인 공기의 이슬점 감률은 약 ( ) °C/km이고, 포화 상태인 공기의 이슬점 감률은 약 ( ) °C/km이다.

### 1 단열 변화

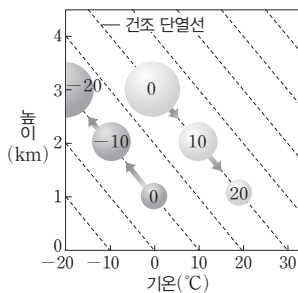
(1) **단열 변화:** 공기 덩어리가 외부와의 열 교환 없이 주위 기압 변화에 의한 부피 변화로 인해 공기 덩어리 내부의 온도가 변하는 현상

- ① **단열 팽창:** 공기 덩어리가 상승하면 주위 기압이 낮으므로 공기 덩어리가 팽창하면서 내부 에너지가 감소하여 온도가 낮아진다.
- ② **단열 압축:** 공기 덩어리가 하강하면 주위 기압이 높으므로 공기 덩어리가 압축되면서 내부 에너지가 증가하여 온도가 높아진다.

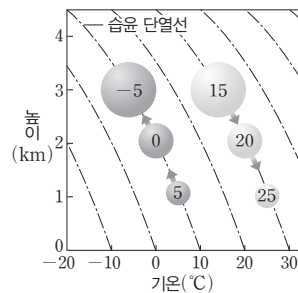


(2) **단열 감률:** 단열 변화에 의해 높이에 따라 공기 덩어리 내부의 온도가 변하는 비율

- ① **건조 단열 감률:** 수증기가 불포화 상태에서 공기 덩어리가 단열 변화할 때의 온도 변화율로, 불포화 상태인 공기 덩어리가 상승하여 팽창하면 1 km마다 기온이 약 10 °C씩 낮아지고, 반대로 공기 덩어리가 하강하여 압축되면 1 km마다 기온이 약 10 °C씩 높아진다. ➔ 약 10 °C/km
- ② **습윤 단열 감률:** 수증기가 포화 상태에서 공기 덩어리가 단열 변화할 때의 온도 변화율로, 포화 상태인 공기 덩어리가 상승하여 팽창하면 습윤열(잠열) 방출로 인해 불포화 상태일 때보다 온도 감소 폭이 작게 되어 1 km마다 기온이 약 5 °C씩 낮아진다. ➔ 약 5 °C/km



건조 단열 감률



습윤 단열 감률

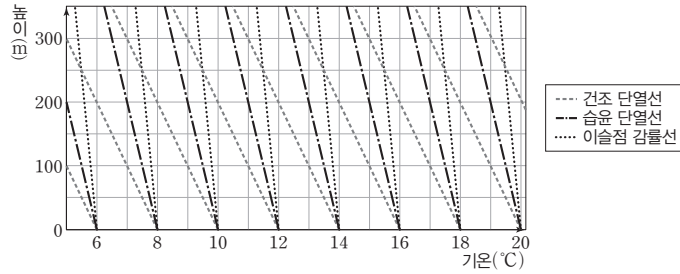
- ③ **이슬점 감률:** 공기 덩어리가 상승 또는 하강할 때의 이슬점 변화율 ➔ 불포화 상태인 공기의 이슬점 감률은 약 2 °C/km이고, 포화 상태인 공기의 이슬점 감률은 약 5 °C/km이다.

정답

1. 증가(팽창), 감소, 낮아
2. 방출
3. 2, 5



과학 돋보기 | 단열선도



- 상층 대기의 연직 구조나 대기에서 일어나는 여러 가지 열역학적 과정을 쉽게 이해하기 위해 여러 관측 자료들을 한 곳에 모아 그려놓은 도표이다.
- 일반적으로 상승 또는 하강하는 공기 덩어리의 성질 변화를 효과적으로 분석하기 위해 건조 단열선, 습윤 단열선, 이슬점 감률선 등을 함께 나타낸다.

**(3) 상승 응결 고도:** 공기 덩어리가 단열 상승하여 구름이 생성되기 시작하는 고도 → 상승 응결 고도(H)는 공기 덩어리의 상대 습도가 낮아질수록, 즉 기온(T) - 이슬점(T<sub>d</sub>) 값이 클수록 높다.

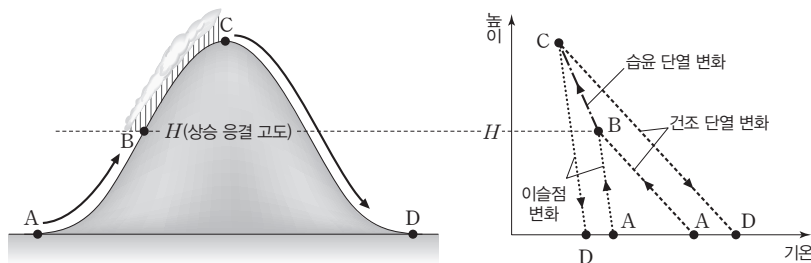
$$T - \frac{10\text{ }^{\circ}\text{C}}{1000\text{ m}} \times H = T_d - \frac{2\text{ }^{\circ}\text{C}}{1000\text{ m}} \times H$$

$$\therefore H(\text{m}) = 125(T - T_d)$$

**2** **핀**

**(1) 핀:** 산 사면을 따라 공기 덩어리가 상승할 때에는 단열 팽창이 일어나서 상승 응결 고도 이상에서는 구름이 생성되어 비가 내리고, 산 정상을 넘어 하강할 때는 단열 압축이 일어나므로, 산을 넘기 전에 비하여 고온 건조한 상태가 되는 현상이다. 우리나라의 높새바람이 대표적인 예이다. → 산을 넘는 동안 구름이 생성되어 비가 내린다면 산을 넘는 후 공기는 산을 넘기 전 공기와 비교했을 때 기온은 상승하고, 이슬점은 하강하며, 상대 습도와 절대 습도는 감소한다.

**(2) 핀에 의한 기온과 이슬점 및 습도의 변화**



구간	포화 여부	기온 변화	이슬점 변화	상대 습도	절대 습도
A → B	불포화 상태	약 10 °C/km 하강	약 2 °C/km 하강	증가	감소
B → C	포화 상태	약 5 °C/km 하강	약 5 °C/km 하강	100 %로 일정	크게 감소
C → D	불포화 상태	약 10 °C/km 상승	약 2 °C/km 상승	감소	증가

개념 체크

- **상승 응결 고도:** 불포화 상태의 공기 덩어리가 단열 상승하여 구름이 생성되기 시작하는 고도
- **단열 변화에서 상대 습도 변화:** 수증기를 포함한 불포화 상태의 공기 덩어리가 상승하면 기온과 이슬점 차이가 줄어들면서 상대 습도는 증가한다. 공기 덩어리가 상승 응결 고도에 도달하면 상대 습도는 100 %가 되고, 이후 계속 상승한다면 수증기가 응결하는 동안 상대 습도는 100 %를 유지한다.
- **높새바람:** 우리나라에서 늦봄부터 초여름에 걸쳐 동해안에서 태백산맥을 넘어 서쪽 사면으로 부는 북동풍 계열의 바람

1. (기온 - 이슬점) 값이 클수록 상승 응결 고도는 ( )다.
2. 상승하는 공기 덩어리는 기온과 이슬점의 차가 점차 ( )지면서 상대 습도가 ( )진다.
3. 상승 응결 고도에 도달한 공기 덩어리의 온도가 주변보다 ( )으면, ( )단열 감률로 기온이 낮아지면서 계속 상승한다.
4. 핀이 일어났을 때 산을 넘은 후의 공기는 산을 넘기 전의 공기에 비해 기온은 ( )아지고, 이슬점은 ( )아진다.

정답

1. 높
2. 작아, 높아
3. 높, 습윤
4. 높, 낮

개념 체크

● **기온 감률**: 높이 올라갈수록 기온이 낮아지는 비율로, 대류권의 평균 기온 감률은 약 6.5 °C/km이다.

● **역전층**: 고도가 높아질수록 기온이 높아지는 기층으로, 절대 안정층이다.

1. 안정한 기층에서는 기온 감률이 단열 감률보다 ( )다.

2. 조건부 불안정 상태에서는 포화 상태의 공기는 ( )하지만, 불포화 상태의 공기는 ( )하다.

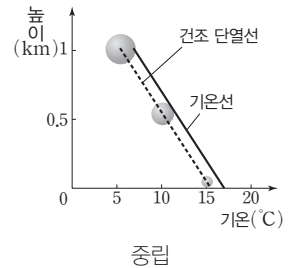
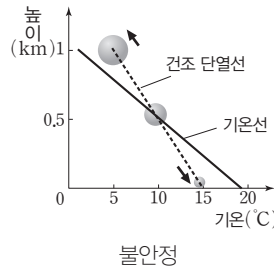
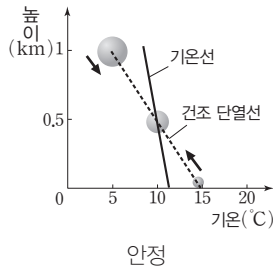
3. 역전층은 고도가 높아질수록 공기의 온도가 ( )아지는 매우 ( )한 층이다.

4. 복사 역전층은 기온의 일교차가 ( )고, 바람이 ( )할수록 잘 형성된다.

3 대기 안정도와 구름

(1) 대기 안정도

- ① 안정: 기온 감률 < 단열 감률 → 공기의 연직 운동이 억제되어 대류가 잘 일어나지 않고, 대기 오염 물질의 농도가 높아지며, 공기가 포화된 경우 층운형 구름이 생성될 수 있다.
- ② 불안정: 기온 감률 > 단열 감률 → 공기의 연직 운동이 활발하여 대류가 잘 일어나고, 대기 오염 물질이 잘 퍼져 나가며, 공기가 포화된 경우 적운형 구름이 생성될 수 있다.
- ③ 중립: 기온 감률 = 단열 감률 → 상승 또는 하강하는 공기 덩어리의 온도가 주위 기온과 같아져서 이동한 높이에 그대로 있으려 하고, 공기의 대류가 약하며, 대기의 혼합이 잘 일어나지 않는다.



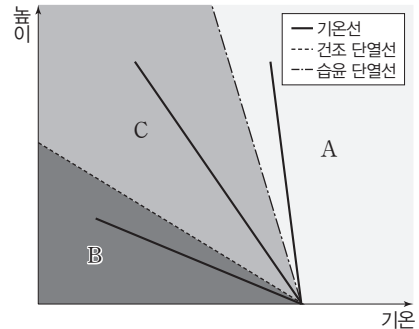
참구자료 살펴보기 공기의 포화 여부에 따른 대기 안정도 해석하기

참구 과정

기온선이 그림의 A, B, C 구간 중 어느 한 구간에 위치할 때의 대기 안정도를 알아본다.

참구 결과

- A 구간: 절대 안정 → 공기의 포화 여부에 관계없이 기온 감률이 습윤 단열 감률보다 작으면 기층은 항상 안정한 상태이다.
- B 구간: 절대 불안정 → 공기의 포화 여부에 관계없이 기온 감률이 건조 단열 감률보다 크면 기층은 항상 불안정한 상태이다.
- C 구간: 조건부 불안정 → 기온 감률이 습윤 단열 감률보다 크고 건조 단열 감률보다 작은 경우, 공기 덩어리가 포화 상태인 경우에는 불안정하고, 불포화 상태인 경우에는 안정하다.



분석 point

기층의 안정도는 기온 감률이 단열 감률보다 큰지 작은지에 따라 판단한다. 이때 공기가 포화 상태이면 습윤 단열 감률과 비교하고, 불포화 상태이면 건조 단열 감률과 비교한다.

(2) 역전층: 하층의 공기 온도가 상층의 공기 온도보다 낮아서 안정한 상태의 기층 → 공기의 상승이나 하강 운동이 억제된다.

정답

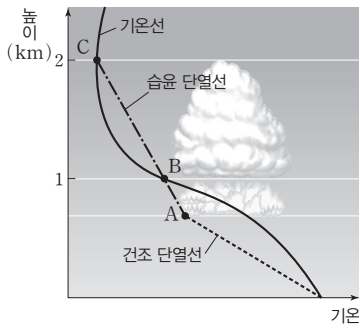
- 1. 작
- 2. 불안정, 안정
- 3. 높, 안정
- 4. 크, 약



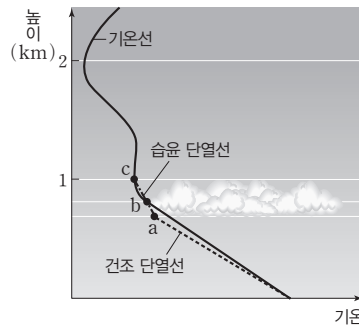
- ① 복사 냉각에 의한 역전층 형성: 기온의 일교차가 크고, 바람이 불지 않는 맑은 날 새벽에 지표면의 복사 냉각에 의해 형성된다.
- ② 기상 현상: 지표 부근에는 안개가 생길 수 있고, 도시에서는 스모그 현상이 나타날 수 있다.
- ③ 대기 오염 물질의 이동: 역전층은 절대 안정 상태이므로 공기의 연직 운동이 거의 일어나지 않아 대기 오염 물질이 위아래로 퍼져 나가지 않아서 지표 부근의 대기 오염 물질의 농도가 높아진다.

### (3) 구름의 형성

- ① 적운이 생성되는 경우: 공기의 수렴 등으로 지상에서 강제 상승한 공기 덩어리는 건조 단열 감률로 기온이 낮아지다가 상승 응결 고도(A 지점)부터는 습윤 단열 감률로 기온이 낮아진다. 상승하는 공기 덩어리의 기온이 주위 공기의 기온보다 높아지는 B 지점까지 강제 상승하면 이때부터 공기 덩어리는 스스로 계속 상승한다. 상승하는 공기 덩어리의 기온이 주위 공기의 기온과 같아지는 C 지점에 도달하면 공기 덩어리는 더 이상 상승하지 않게 되므로 B-C 구간에 해당하는 두께를 가진 적운형 구름이 형성된다.
- ② 층운이 생성되는 경우: 지상에서 강제 상승한 공기 덩어리는 건조 단열 감률로 기온이 낮아지다가 상승 응결 고도(a 지점)부터는 습윤 단열 감률로 기온이 낮아진다. 공기 덩어리는 b 지점까지 강제 상승하여 c 지점까지 어느 정도 스스로 상승한 후 주위 공기의 기온과 같아져서 더 이상 상승하지 못하고 수평으로 넓게 발달하는 형태의 층운형 구름이 형성된다.



적운의 생성 과정



층운의 생성 과정

### (4) 안개의 종류와 생성 원리

종류		생성 원리
공기의 냉각에 의해 생성되는 안개	복사 안개	복사 냉각에 의해 지표면 기온이 하강할 때 생성
	이류 안개	온난 습윤한 공기가 차가운 지표나 해수 위로 이동할 때 생성 ☞ 바다 안개(해무)
	활승 안개	지형을 따라 공기가 상승하여 냉각되면서 생성
수증기량의 증가에 의해 생성되는 안개	전선 안개	전선 부근에서 약한 비가 내리면서 증발하여 지표면 공기를 포화시켜 생성
	증발 안개	따뜻한 수면에서 물이 증발할 때 생성

### 개념 체크

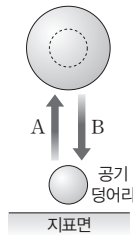
- 구름이 생성되는 경우
  - 지표면이 국지적으로 부등 가열 될 때
  - 저기압 중심에서 공기가 상승할 때
  - 전선면을 타고 공기가 상승할 때
  - 산 사면을 타고 공기가 상승할 때
- 구름과 안개의 차이점: 일반적으로 구름은 상공에서 수증기의 응결이 일어나 만들어진 물방울과 작은 얼음 알갱이의 무리를 의미하고, 안개는 지표 부근에서 수증기가 응결하여 만들어진 물방울을 의미한다.

1. 복사 안개는 공기의 ( ) 에 의해 생성되는 안개이다.
2. 따뜻한 수면 위에서 물이 증발할 때 생성되는 안개는 ( ) 이다.

### 정답

1. 냉각
2. 증발 안개

**01** [23030-0161] 그림은 불포화 상태의 공기 덩어리가 단열 상승하는 과정과 단열 하강하는 과정을 각각 A, B로 나타낸 것이다.

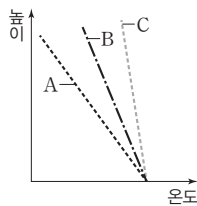


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 과정 A에서 공기 덩어리의 온도는 낮아진다.
  - ㄴ. 과정 B에서 공기 덩어리의 절대 습도는 감소한다.
  - ㄷ. 이슬점 변화율의 절댓값은 과정 A가 B보다 크다.

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

**02** [23030-0162] 그림은 단열선의도를 일부를 나타낸 것이다. A, B, C는 각각 건조 단열선, 습윤 단열선, 이슬점 감률선 중 하나이다.

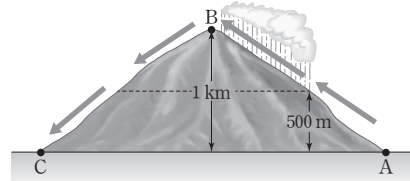


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. A는 이슬점 감률선이다.
  - ㄴ. 포화 공기 덩어리가 단열 변화할 때의 온도 변화율을 나타내는 것은 B이다.
  - ㄷ. 불포화 공기 덩어리가 단열 상승할 경우, 온도 변화율과 이슬점 변화율은 같다.

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

**03** [23030-0163] 그림은 A에서 기온이 15 °C인 공기 덩어리가 단열 상승하여 높이 500 m에서 구름을 생성하여 비를 내린 후, 높이가 1 km 인 산을 넘어 반대편에 도달하는 모습을 나타낸 것이다.

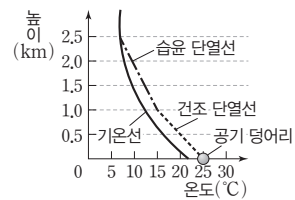


이 공기 덩어리에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 건조 단열 감률은 10 °C/km, 습윤 단열 감률은 5 °C/km, 이슬점 감률은 2 °C/km이며, 산을 넘는 공기가 응결하였을 때 발생한 구름은 모두 비가 되어 내렸다.)

- 보기
- ㄱ. A에서 이슬점은 11 °C이다.
  - ㄴ. B에서 온도는 이슬점보다 높다.
  - ㄷ. B에서 C까지 하강하는 동안 절대 습도는 증가한다.

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

**04** [23030-0164] 그림은 어느 지역의 지표면에서 가열된 공기 덩어리가 단열 상승할 때 공기 덩어리의 기온 변화와 주위 공기의 기온 변화를 나타낸 것이다.

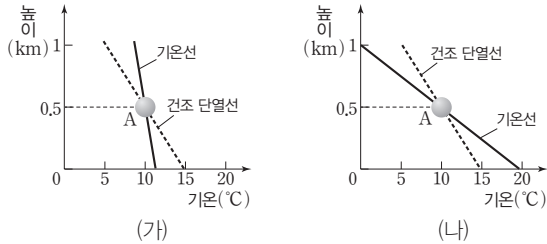


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 이슬점 감률은 2 °C/km이다.)

- 보기
- ㄱ. 지표에서 공기 덩어리의 이슬점은 17 °C이다.
  - ㄴ. 이 지역에서 형성된 구름의 두께는 약 2.5 km이다.
  - ㄷ. 상승하는 공기 덩어리는 2 km 높이에서 응결열을 방출한다.

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

**05** [23030-0165] 그림 (가)와 (나)는 같은 지역에서 서로 다른 시기의 높이에 따른 기온 분포와 건조 단열선을 나타낸 것이다. A는 0.5 km 높이에 있는 불포화 공기 덩어리이다.

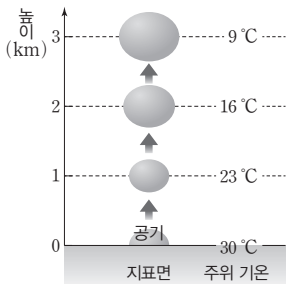


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. A를 1 km 높이까지 강제로 상승시켰을 때, 원래의 위치로 돌아오는 것은 (가)이다.
  - ㄴ. 적운형 구름은 (나)가 (가)보다 발달하기 쉽다.
  - ㄷ. 공기의 연직 운동은 (나)가 (가)보다 더 활발하다.

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

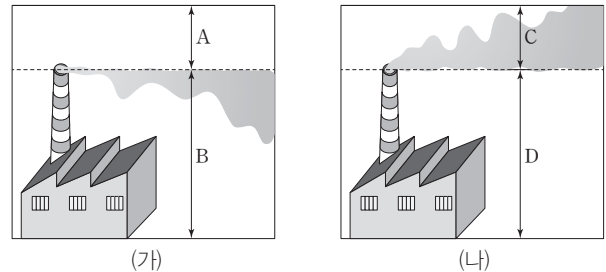
**06** [23030-0166] 그림은 지표면에서 기온이 30 °C, 이슬점이 22 °C인 공기 덩어리가 단열 상승하는 모습을 주위 공기의 기온 변화와 함께 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 건조 단열 감률은 10 °C/km, 습윤 단열 감률은 5 °C/km, 이슬점 감률은 2 °C/km이며, 높이에 따른 기온 감률은 일정하다.)



- 보기
- ㄱ. 기층의 안정도는 조건부 불안정이다.
  - ㄴ. 높이 1 km에서 공기 덩어리는 자발적으로 상승한다.
  - ㄷ. 단열 감률은 높이 0~1 km 구간이 높이 1~2 km 구간보다 크다.

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

**07** [23030-0167] 그림 (가)와 (나)는 역전층이 형성되어 있는 서로 다른 날 어느 굴뚝에서 나온 연기가 퍼져 나가는 모습을 나타낸 것이다. 구간 A-B, C-D에는 역전층이 각각 1개씩 형성되어 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. (가)에서 A 구간은 B 구간보다 안정하다.
  - ㄴ. (나)에서 대기의 연직 혼합은 C 구간이 D 구간보다 잘 일어난다.
  - ㄷ. 역전층이 시작되는 높이는 (가)가 (나)보다 높다.

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

**08** [23030-0168] 표는 발생 원인에 따른 안개의 종류와 생성 원리를 나타낸 것이다.

종류	생성 원리
㉠	복사 냉각에 의해 지표면 기온이 하강할 때 생성
㉡	지형을 따라 공기가 상승하여 냉각되면서 생성
㉢	따뜻한 수면에서 물이 증발할 때 생성

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. ㉠은 바람이 거의 없는 맑은 날 새벽에 잘 생긴다.
  - ㄴ. ㉡은 공기의 단열 팽창에 의해 생성된다.
  - ㄷ. ㉠, ㉡, ㉢ 모두 안개의 발생 원인은 공기의 냉각이다.

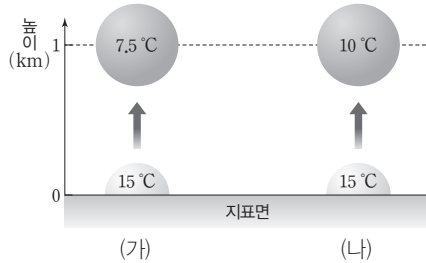
- ① ㄱ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ                ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

공기 덩어리가 단열 상승할 때, 불포화 공기는 건조 단열 감률로 기온이 하강하고, 포화 공기는 습윤 단열 감률로 기온이 하강한다.

불포화 공기 덩어리가 상승을 하면 건조 단열 감률로 기온이 낮아지다가 포화 상태에 도달하면 구름이 생성된다. 이후 공기 덩어리는 습윤 단열 감률로 기온이 낮아지면서 상승을 하게 되는데, 주위 공기보다 기온이 높으면 계속 상승할 수 있지만 주위 공기보다 기온이 낮으면 상승이 억제된다.

[23030-0169]

01 그림 (가)와 (나)는 어느 지역에서 두 공기 덩어리가 단열 상승하는 동안의 기온 변화를 나타낸 것이다.



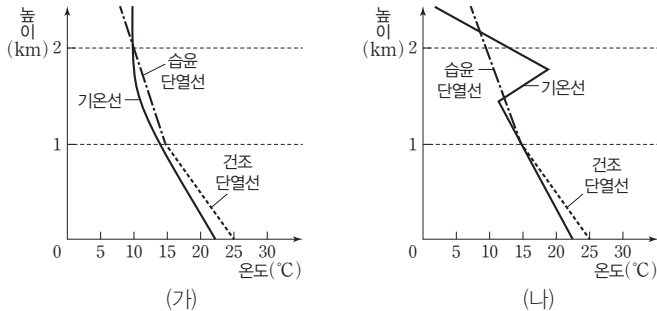
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 건조 단열 감률은 10 °C/km, 습윤 단열 감률은 5 °C/km이고, 응결된 수증기는 모두 비로 내렸다.)

- 보기
- ㄱ. 높이 1 km에서 이슬점은 (가)가 (나)보다 높다.
  - ㄴ. 상대 습도의 변화량은 (가)가 (나)보다 크다.
  - ㄷ. (가)와 (나) 모두 상승하는 동안 응결열이 방출되는 구간이 있다.

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

[23030-0170]

02 그림 (가)와 (나)는 서로 다른 두 지역의 지표면에서 기온이 25 °C인 공기 덩어리가 상승할 때의 단열 변화와 주변의 기온 분포를 나타낸 것이다.



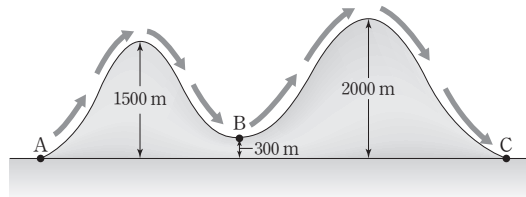
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. (가)에서 지표~높이 1 km 구간의 기층은 절대 불안정한 상태이다.
  - ㄴ. 지표에서 공기 덩어리의 기온-이슬점 값은 (가)가 (나)보다 크다.
  - ㄷ. 지표에서 기온이 25 °C인 공기 덩어리가 자발적으로 상승할 수 있는 높이 구간은 (가)가 (나)보다 높다.

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

**03** 그림은 기온이  $30^{\circ}\text{C}$ , 이슬점이  $22^{\circ}\text{C}$ 인 공기 덩어리가 A에서 출발하여 높이 1500 m와 2000 m인 산을 차례로 넘는 모습을 나타낸 것이다.

[23030-0171]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 건조 단열 감률은  $10^{\circ}\text{C}/\text{km}$ , 습윤 단열 감률은  $5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ , 이슬점 감률은  $2^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 이며, 산을 넘는 공기가 응결하였을 때 발생한 구름은 모두 비가 되어 내렸다.)

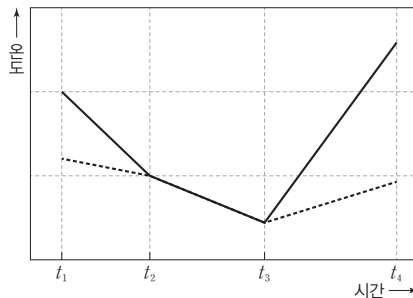
보기

- ㄱ. 첫 번째 산과 두 번째 산의 상승 응결 고도 높이 차는 300 m이다.
- ㄴ. A와 B에서 공기 덩어리의 (기온-이슬점) 값은 같다.
- ㄷ. 각 지점에서 이슬점은  $A > B > C$ 이다.

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

**04** 그림은 공기 덩어리가 산을 넘어 반대편의 같은 높이에 도달하는 동안 시간에 따른 공기 덩어리의 기온과 이슬점의 변화를 실선과 점선으로 순서 없이 나타낸 것이다.

[23030-0172]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 응결된 수증기는 모두 비로 내렸다.)

보기

- ㄱ. 이슬점 감률은  $t_1 \sim t_2$  구간보다  $t_2 \sim t_3$ 에서 크다.
- ㄴ. 공기 덩어리의 상대 습도는  $t_1$ 보다  $t_4$ 일 때 높다.
- ㄷ.  $t_3 \sim t_4$  구간에서 공기 덩어리의 절대 습도는 감소한다.

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

공기 덩어리가 산을 만나 강제 상승하게 되면 단열 팽창이 일어나 상대 습도가 증가한다. 그 결과 구름이 형성되고 비가 내려 수증기가 제거되므로 산을 내려온 공기 덩어리는 산을 넘기 전에 비해 고온 건조한 상태가 된다.

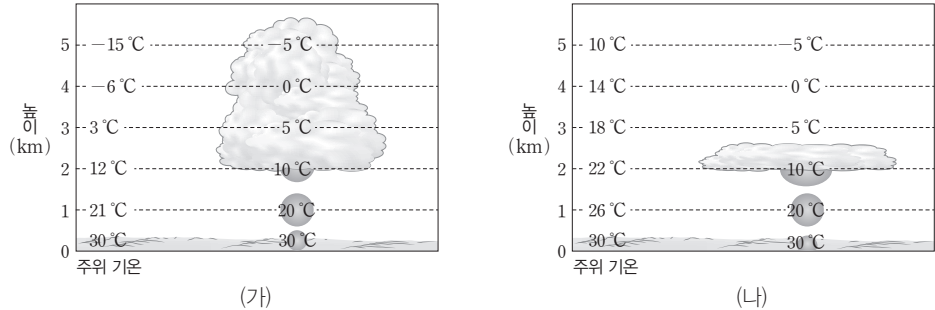
구름 속에서는 수증기의 응결이 일어나므로 상대 습도는 100%로 일정하고 기온과 이슬점은 같다.

기온 감률이 건조 단열 감률보다 크면 대기의 안정도는 절대 불안정이고, 기온 감률이 건조 단열 감률보다 작으면 습윤 단열 감률보다 작으면 대기 안정도는 조건부 불안정이다.

기온과 이슬점의 차가 같은 경우, 기온이 높을수록 이슬점이 높다.

[23030-0173]

05 그림 (가)와 (나)는 서로 다른 두 지역에서 높이에 따른 기온 분포와 지표에서 상승한 공기 덩어리가 구름을 형성한 모습을 나타낸 것이다.



(가)와 (나) 모두에 해당하는 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)와 (나)에서 높이에 따른 기온 감률은 일정하다.)

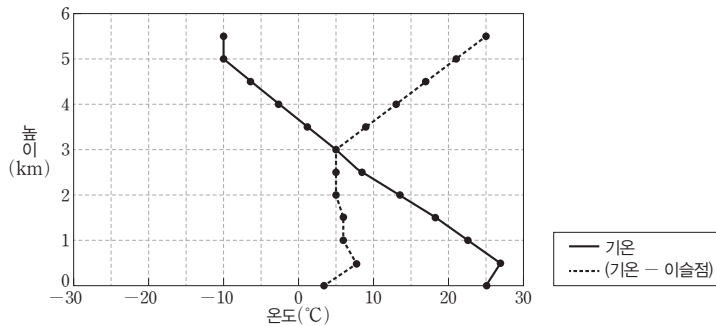
보기

- ㄱ. 상승하기 시작하는 공기 덩어리는 외부 힘에 의해 강제 상승한 것이다.
- ㄴ. 높이 2 km 지점까지 상승한 공기 덩어리는 주위 공기보다 밀도가 크다.
- ㄷ. 대기의 안정도는 공기 덩어리의 포화 여부에 상관 없이 안정한 상태이다.

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

[23030-0174]

06 그림은 어느 지역의 높이에 따른 기온과 (기온-이슬점)을 나타낸 것이다.



이 지역에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (단, 건조 단열 감률은 10 °C/km, 습윤 단열 감률은 5 °C/km, 이슬점 감률은 2 °C/km이다.)

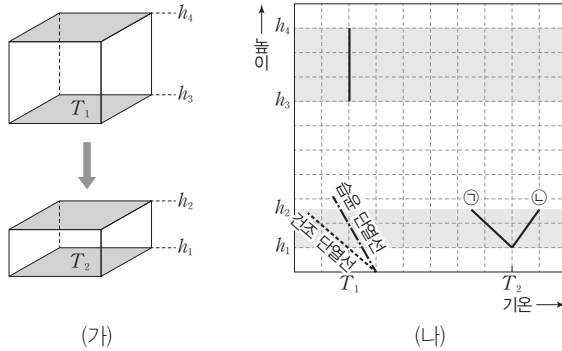
보기

- ㄱ. 지표면에서 기온이 25 °C인 공기 덩어리가 상승할 때, 상승 응결 고도는 625 m보다 높다.
- ㄴ. 높이 2 km에 있는 공기의 이슬점은 높이 3 km에 있는 공기의 이슬점보다 높다.
- ㄷ. 기층의 안정도는 높이 3~4 km 구간이 높이 1~2 km 구간보다 더 안정하다.

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

[23030-0175]

**07** 그림 (가)는 높이  $h_3 \sim h_4$  구간의 불포화 상태의 기층 전체가 높이  $h_1 \sim h_2$  구간까지 하강하는 동안 단열 압축되어 두께가 변화되는 모습을, (나)는 이 기층의 하강 전과 하강 후의 높이에 따른 기온 분포를 나타낸 것이다.  $h_1 \sim h_2$  구간에서 높이에 따른 기온 분포는 ㉠과 ㉡ 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

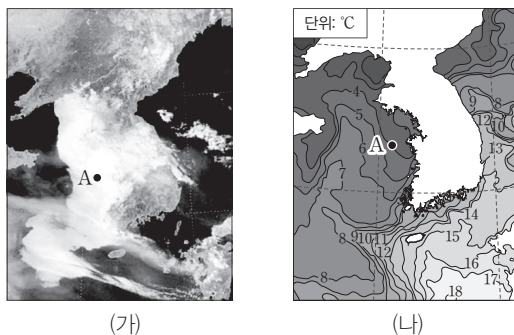
보기

- ㄱ. (가)와 같이 기층이 하강하는 경우는 종관 규모의 저기압보다 고기압에서 잘 나타난다.
- ㄴ. (나)에서  $h_1 \sim h_2$  구간에서 높이에 따른 기온 분포는 ㉠보다 ㉡에 가깝다.
- ㄷ.  $h_3 \sim h_4$  구간에서  $h_1 \sim h_2$  구간까지 하강한 후, 이 기층의 안정도는 절대 안정에서 중립으로 변화했다.

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

[23030-0176]

**08** 그림 (가)는 서해상에 이류 안개인 바다 안개(해무)가 발생한 날의 가시 영상상, (나)는 같은 날 우리나라 주변의 해수면 온도 분포를 나타낸 것이다.



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에서 서해상에 발달한 바다 안개는 주로 단열 팽창에 의해 생성되었다.
- ㄴ. A 해역으로 이동해 오는 공기의 평균 기온은  $4^\circ\text{C}$ 보다 높을 것이다.
- ㄷ. A 해역의 해수면 부근에 북풍보다는 남풍이 부는 경우에 바다 안개는 더욱 발달할 것이다.

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

고기압에서 수직 방향으로 물리적 성질이 거의 균일한 불포화 상태의 등온층이 하강할 때 기층의 상부와 하부의 공기가 하강하는 높이가 달라 기층의 상부와 하부의 기온 변화가 다르다.

이류 안개는 온난 습윤한 공기가 차가운 지표나 해수 위로 이동할 때 공기의 냉각에 의해 생성된다.

### 개념 체크

- **압력**: 단위 면적에 작용하는 힘으로,  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ 이다.
- **기압 경도력**: 바람을 일으키는 근원적인 힘으로, 기압이 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 등압선에 직각 방향으로 작용한다.

1. 1기압 = ( ) cmHg  
 $\approx$  ( )  $\times 100 \text{ N/m}^2$   
 $= 1013$  ( )

2. 대기압을 측정할 때 수은 기둥의 높이는 기압에 ( )하고, 유리관의 굵기나 기울기에 ( )하다.

3. 기압 경도력의 크기는 두 지점 사이의 기압 차에 ( )하고, 거리에 ( )한다.

### 1 대기를 움직이는 힘

(1) **기압**: 단위 면적에 작용하는 공기의 무게를 뜻하며, 공기 기둥의 평균 밀도를  $\rho$ , 중력 가속도를  $g$ , 공기 기둥의 높이를  $h$ 라고 하면 기압  $P$ 는 다음과 같다.

$$P = \rho gh$$

① 기압의 단위: hPa(헥토파스칼)  $\Rightarrow 1 \text{ hPa} = 100 \text{ N/m}^2$

$$1 \text{ 기압} = 76 \text{ cmHg} \approx 1013 \times 100 \text{ N/m}^2 = 1013 \text{ hPa}$$

② 기압의 변화: 지표면에서 위로 올라갈수록 공기의 밀도가 작아지므로 기압이 낮아진다.  $\rightarrow$  수평 방향보다는 연직 방향의 기압 변화가 더 심하다.

### 탐구자료 살펴보기 토리첼리의 기압 측정

#### 탐구 과정

굵기가 다른 유리관에 수은을 가득 채운 다음, 이 유리관을 수은을 담은 그릇에 거꾸로 세운 후 유리관의 굵기와 기울기를 변화시켜 가며 수은 기둥의 높이를 관찰한다.

#### 탐구 결과

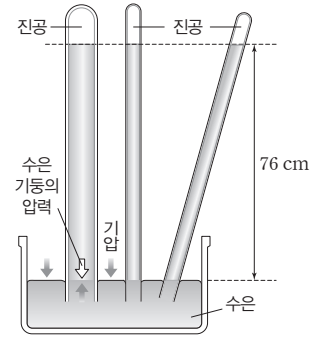
유리관의 굵기나 기울기에 관계없이 수은 기둥의 높이는 같다.

#### 분석 point

1. 기압은 단위 면적을 누르는 공기의 힘과 같으므로 유리관의 굵기나 기울기와는 무관하다.
2. 토리첼리는 수은 기둥의 높이를 이용하여 기압을 측정하였다.  
 1기압의 크기는 수은 기둥을 76 cm 높이까지 밀어 올리는 힘과 같으므로 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$1 \text{ 기압} = \rho gh = 13.6 \text{ g/cm}^3 \times 980 \text{ cm/s}^2 \times 76 \text{ cm} \approx 1013 \times 100 \text{ N/m}^2 = 1013 \text{ hPa} = 101300 \text{ Pa} \approx 10336 \text{ kg중/m}^2$$

즉, 1기압은  $1 \text{ m}^2$ 의 면적에 약 10.3 톤의 공기가 누르는 압력이다.



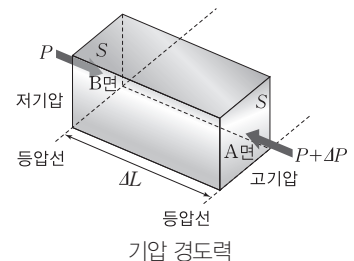
(2) **기압 경도력**: 두 지점 사이의 기압 차에 의해 생기는 힘으로, 바람을 일으키는 근원적인 힘이다.

① **방향**: 고기압에서 저기압 쪽으로 등압선에 직각인 방향으로 작용한다.

② **크기**: 기압의 크기가 각각  $P$ ,  $P + \Delta P$  ( $\Delta P > 0$ )이고, 두 등압선이  $\Delta L$  거리만큼 떨어져 있을 때, 면적  $S$ 인 A면과 B면에 작용하는 힘은 각각  $(P + \Delta P)S$ 와  $PS$ 이다.

$\rightarrow$  기압 차에 의한 힘은 A면에서 B면 쪽으로 작용하고, 그 크기는  $\Delta PS$ 이다. 직육면체의 공기의 질량은  $\rho S \Delta L$ 이므로 공기 1 kg에 작용하는 기압 경도력( $P_H$ )의 크기는

$$P_H = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{S \Delta P}{S \Delta L} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta L} \text{이다.}$$



#### 정답

1. 76, 1013, hPa
2. 비례, 무관
3. 비례, 반비례





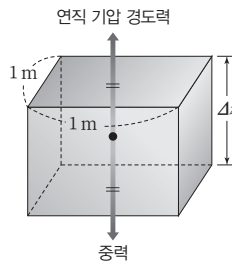
과학 돋보기 | 대기의 정역학 평형

고도가 낮은 곳은 높은 곳에 비해 기압이 높으므로 연직 방향의 기압 경도력은 고도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 작용한다. 하지만 이러한 연직 방향의 기압 경도력은 대체적으로 중력과 평형을 이루어 상쇄되므로 대기는 연직 방향으로서는 정역학 평형 상태에 있다.

$$-\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta z} = g \quad (\rho: \text{공기의 밀도}, g: \text{중력 가속도}, \Delta z: \text{고도 차}, \Delta P: \text{기압 차})$$

$$\therefore \Delta P = -\rho g \Delta z$$

공기가 연직 방향으로 정역학 평형을 이루면 공기는 수평 방향의 기압 경도력에 의한 운동만 나타난다.



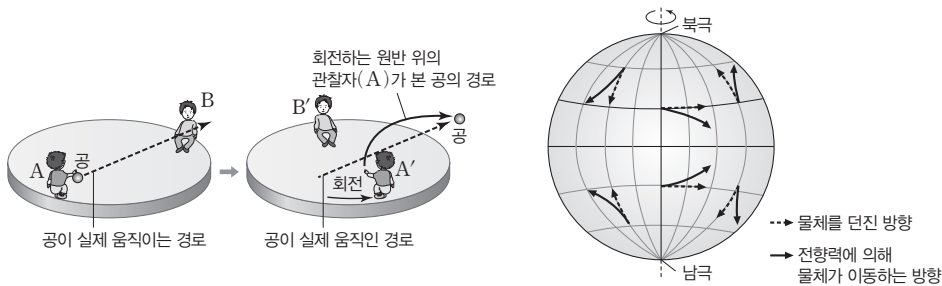
**(3) 전향력:** 지구 자전에 의해 나타나는 겉보기 힘으로, 지구상에서 운동하는 물체에 작용한다.

① 방향: 북반구에서는 수평면상에서 물체가 진행하는 방향의 오른쪽 직각 방향으로, 남반구에서는 물체가 진행하는 방향의 왼쪽 직각 방향으로 작용한다.

② 크기:  $C = 2v\Omega \sin\varphi$

( $C$ : 공기 1 kg에 작용하는 전향력,  $v$ : 운동 속도,  $\Omega$ : 지구 자전 각속도,  $\varphi$ : 위도)

➔ 정지한 물체와 적도(위도  $0^\circ$ )에서는 전향력이 작용하지 않는다.

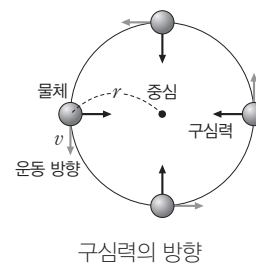


**(4) 구심력:** 물체의 궤적을 직선이 아닌 곡선이 되게 만드는 힘으로, 바람에 작용하는 구심력은 기압 경도력에서의 기압 경도나 중력에서의 질량처럼 이 힘을 만드는 요소가 있는 것이 아니고, 물체에 작용하는 힘들의 합력이다. 바람에 작용하는 구심력은 기압 경도력과 전향력의 차이로 나타난다.

① 방향: 회전축 방향으로 작용한다.

② 크기:  $C_p = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$

( $C_p$ : 공기 1 kg에 작용하는 구심력,  $v$ : 운동 속도,  $\omega$ : 각속도,  $r$ : 회전 반지름)



**(5) 마찰력:** 지표면 가까이에서 운동하는 공기는 지표면이나 공기 자체의 마찰에 의해 운동을 방해하는 힘을 받는데, 이를 마찰력이라고 한다.

① 방향: 바람이 부는 방향의 반대 방향으로 작용한다.

② 크기: 지표면이 거칠수록, 지표면에 가까울수록, 풍속이 클수록 커진다.

개념 체크

- 연직 방향의 정역학 평형: 대기는 대체적으로 연직 상방으로 작용하는 기압 경도력과 연직 하방으로 작용하는 중력이 평형을 이루고 있다.
- 전향력: 지구 자전에 의해 나타나는 겉보기 힘으로, 북반구에서는 운동하는 물체의 오른쪽 직각 방향으로 작용한다.
- 구심력: 곡선 운동하는 물체에 작용하는 힘으로, 회전의 중심 방향으로 작용한다.

1. 연직 방향으로 정역학 평형 상태인 공기 덩어리는 연직 상방으로 작용하는 ( )과 연직 하방으로 작용하는 ( )이 평형을 이루고 있다.
2. 전향력의 크기는 운동 속도에 ( )하고, 고위도 지방으로 갈수록 ( )한다.
3. 북반구에서 전향력은 운동 방향의 ( )쪽 직각 방향으로 작용한다.
4. 물체가 회전 운동을 할 수 있게 하는 힘은 ( )이며, ( ) 방향으로 작용한다.
5. 바람에 작용하는 마찰력은 풍향의 ( ) 방향으로 작용하며, 풍속이 커질수록 ( )진다.

정답

1. 기압 경도력, 중력
2. 비례, 증가
3. 오른
4. 구심력, 회전축
5. 반대, 커

개념 체크

- **지균풍:** 높이 1 km 이상의 상층 대기에서 등압선이 직선으로 나란할 때 부는 바람
- **경도풍:** 높이 1 km 이상의 상층 대기에서 등압선이 원형이거나 곡선일 때 부는 바람

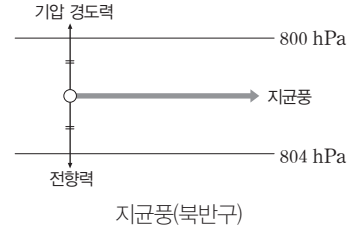
1. 지균풍은 상층에서 등압선이 ( )으로 나란할 때 부는 바람이며, ( )과 ( )이 평형을 이룬다.
2. 북반구에서 고기압성 경도풍은 ( ) 방향으로, 저기압성 경도풍은 ( ) 방향으로 등압선과 ( ) 하게 분다.
3. 같은 위도에서 기압 경도력이 같을 때, 경도풍의 풍속은 중심부가 고기압일 때보다 저기압일 때가 더 ( )다.

2 바람의 종류

(1) 상층에서 부는 바람: 지표면의 마찰력이 작용하지 않는 높이 1 km 이상의 상층 대기에서 부는 바람

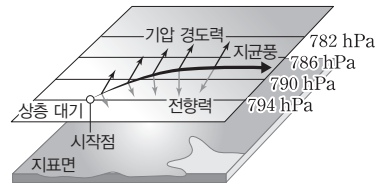
① 지균풍: 높이 1 km 이상의 상층 대기에서 등압선이 직선으로 나란할 때 부는 바람이다.

- 작용하는 힘: 기압 경도력과 전향력이 평형을 이룬다.
- 풍향: 북반구의 경우에는 기압 경도력의 오른쪽 직각 방향으로 분다.
- 풍속: 기압 경도력이 클수록 빠르고, 기압 경도력의 크기가 같은 경우에는 저위도 지방으로 갈수록 빠르다.



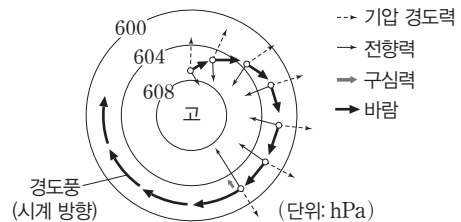
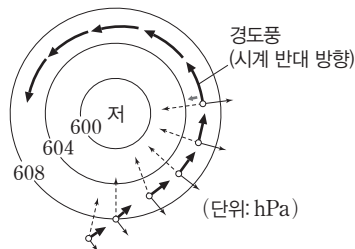
과학 돋보기 | 북반구에서 지균풍의 발생 과정

- 기압 경도력에 의해 정지한 공기 덩어리가 움직이기 시작한다.
- 전향력에 의해 공기 덩어리는 운동 방향의 오른쪽으로 휘어지게 된다.
- 기압 경도력이 계속 작용하므로 공기 덩어리의 운동은 가속되고, 속도가 커질수록 전향력도 증가해 운동 방향은 더욱 오른쪽으로 편향된다.
- 공기 덩어리의 운동 방향이 등압선과 나란해지면 마침내 공기 덩어리에 작용하는 기압 경도력과 전향력이 평형을 이루게 되어 지균풍은 기압 경도력의 오른쪽 직각 방향으로 등압선과 나란하게 분다.



② 경도풍: 높이 1 km 이상의 상층 대기에서 등압선이 원형이나 곡선일 때 부는 바람이다.

- 작용하는 힘: 기압 경도력과 전향력의 차이가 구심력으로 작용한다.
- 풍향
  - 중심부가 저기압일 때: 북반구에서는 시계 반대 방향, 남반구에서는 시계 방향으로 등압선과 나란하게 분다.
  - 중심부가 고기압일 때: 북반구에서는 시계 방향으로, 남반구에서는 시계 반대 방향으로 등압선과 나란하게 분다.
- 풍속: 기압 경도력의 크기가 같은 경우, 중심부가 고기압일 때는 저기압일 때보다 전향력이 크므로 풍속이 더 빠르다.
  - 중심부가 저기압일 때: 전향력 = 기압 경도력 - 구심력 (힘의 크기만을 고려함)
  - 중심부가 고기압일 때: 전향력 = 기압 경도력 + 구심력 (힘의 크기만을 고려함)



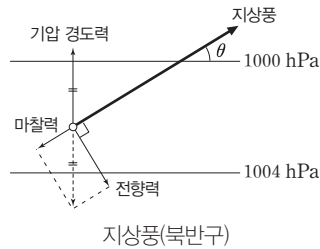
정답

1. 직선, 기압 경도력, 전향력
2. 시계, 시계 반대, 나란
3. 느리

**(2) 지상에서 부는 바람:** 지표면의 마찰력이 작용하는 높이 1 km 이하의 대기 경계층(마찰층)에서 부는 바람

① 등압선이 직선일 때의 지상풍: 높이 1 km 이하의 지표면 부근에서 등압선이 직선일 때 부는 바람으로, 마찰력이 커질수록 바람과 등압선이 이루는 각이 커진다.

- 작용하는 힘: 기압 경도력, 전향력, 마찰력이 작용하는데, 전향력과 마찰력의 합력이 기압 경도력과 평형을 이룬다.
- 풍향: 마찰력 때문에 등압선과 비스듬하게 기압이 높은 쪽에서 기압이 낮은 쪽으로 분다. 지상풍은 북반구에서는 기압 경도력에 대하여 오른쪽으로 비스듬하게, 남반구에서는 기압 경도력에 대하여 왼쪽으로 비스듬하게 분다.



지상풍(북반구)

② 등압선이 원형일 때의 지상풍: 마찰력이 작용하지 않는 상공에서는 바람이 등압선과 나란하게 불지만, 마찰력이 작용하는 지상에서는 바람이 등압선에 비스듬하게 분다.



고기압과 저기압에서의 바람(북반구)

③ 마찰층(대기 경계층)과 자유 대기

- 마찰층(대기 경계층): 지표면 마찰의 영향이 작용하는 지상 약 1 km 높이까지의 대기층으로, 바람이 등압선을 가로질러 비스듬하게 분다.
- 자유 대기: 지표면 마찰의 영향을 받지 않는 곳으로, 지상에서 약 1 km 이상의 대기층이며, 바람이 등압선과 나란하게 분다.

**개념 체크**

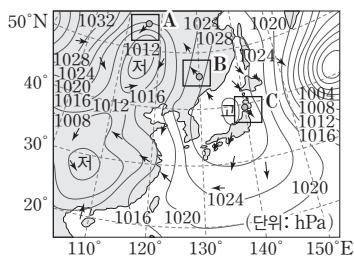
- **지상풍:** 지표면의 마찰력이 작용하는 높이 1 km 이하에서 부는 바람
- **지상풍의 풍향:** 지상풍은 지균풍, 경도풍과 달리 마찰력에 의해 등압선과 각도를 이루며 불게 되므로 고압부에서 저압부로 비스듬하게 분다.
- **마찰층(대기 경계층):** 지표면의 마찰력이 바람에 영향을 미치는 대기층이다.

1. 등압선이 직선일 때 지상풍은 전향력과 ( )의 합력이 기압 경도력과 평형을 이룬다.
2. 지상풍에서 마찰력이 클수록 등압선과 바람이 이루는 각은 ( )진다.
3. 지표면 마찰의 영향이 작용하는 높이 1 km까지의 대기층을 ( )이라고 한다.

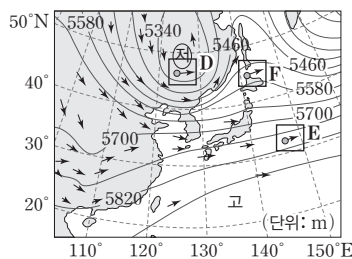
**탐구자료 살펴보기 상층과 지상에서 부는 바람 비교하기**

**탐구 과정**

그림 (가)와 (나)는 우리나라 주변의 지상 일기도와 상층 일기도를 나타낸 것이다. (가)와 (나)의 풍향을 비교해 본다.



(가) 지상 일기도



(나) 상층 일기도

**탐구 결과**

1. 지상에서의 바람은 지표면에 의해 발생하는 마찰력의 영향으로 등압선에 비스듬하게 분다.
2. 마찰력의 영향을 받지 않는 상층 대기에서의 바람은 등압면의 등고선에 나란하게 분다.

**분석 point**

1. (가)의 A에서는 저기압에서의 지상풍이 불고, B에서는 등압선이 직선일 때의 지상풍이 불며, C에서는 고기압에서의 지상풍이 분다.
2. (나)의 D에서는 기압 경도력이 전향력보다 크게 작용하여 저기압성 경도풍이 불고, E에서는 기압 경도력과 전향력이 평형을 이루어 지균풍이 불며, F에서는 전향력이 기압 경도력보다 크게 작용하여 고기압성 경도풍이 분다.

**정답**

1. 마찰력
2. 커
3. 마찰층(대기 경계층)

개념 체크

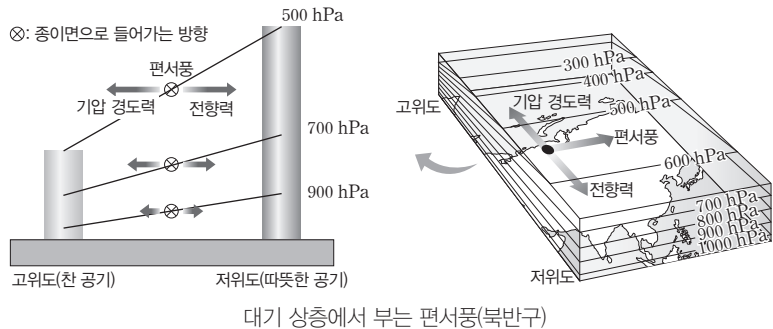
- **편서풍 파동의 발생 원인:** 고위도와 저위도의 기온 차와 지구 자전에 의한 전향력
- **편서풍 파동과 날씨:** 기압골 서쪽에서는 상층 공기 수렴, 하강 기류 발달로 인해 지상에 고기압이 형성되고, 기압골 동쪽에서는 상층 공기 발산, 상승 기류 발달로 인해 지상에 저기압이 형성된다.

1. 편서풍 파동은 저위도와 고위도의 ( ) 차와 지구 자전에 의한 ( ) 때문에 발생한다.
2. 편서풍 파동은 ( ) 위도의 과잉 에너지를 ( ) 위도로 수송하는 역할을 한다.
3. 편서풍 파동에서 기압골의 동쪽 상층 공기는 ( ) 하며, 서쪽 상층 공기는 ( ) 한다.

3 편서풍 파동과 제트류

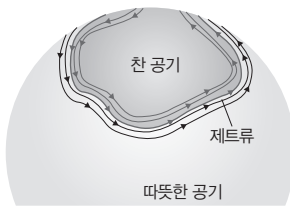
(1) 편서풍 파동

① 발생 원인: 저위도와 고위도의 기온 차와 지구 자전에 의한 전향력 때문에 발생한다.

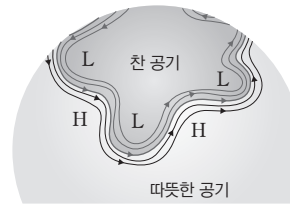


대기 상층에서 부는 편서풍(북반구)

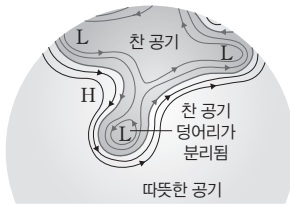
② 역할: 저위도의 과잉 에너지를 고위도로 수송하고, 지상에 온대 저기압과 이동성 고기압을 만든다.



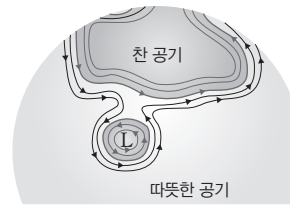
(가) 편서풍 파동의 진폭이 크지 않을 때에는 중위도 지역에서 남북 간의 열에너지 수송이 거의 일어나지 않으므로 남북 간의 기온 차이가 점점 커진다.



(나) 남북 간의 기온 차이가 커지면 편서풍 파동이 발달하기 시작한다.



(다) 남북 방향으로 파동이 더 커지면서 성장하고, 파동의 일부가 분리되기 시작한다.

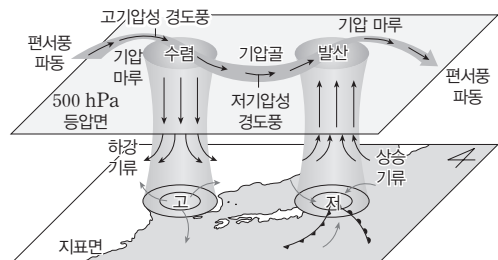


(라) 저기압이 떨어져 나가면서 편서풍 파동의 진폭은 작아진다. 이때 떨어져 나온 공기 덩어리는 남북 간의 에너지 불균형을 더욱 감소시킨다.

편서풍 파동의 변동

③ 편서풍 파동과 지상의 기압 배치: 편서풍 파동은 지상의 기압 배치에 영향을 준다.

- 기압골의 서쪽: 상층 공기 수렴 → 하강 기류 발달 → 지상에 고기압 형성
- 기압골의 동쪽: 상층 공기 발산 → 상승 기류 발달 → 지상에 저기압 형성



편서풍 파동과 지상의 기압 배치(북반구)

정답

1. 기온, 전향력
2. 저, 고
3. 발산, 수렴

탐구자료 살펴보기 **해들리 순환과 편서풍 파동**

**탐구 과정**

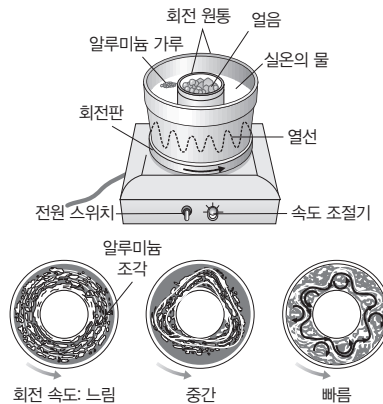
회전 원통의 안쪽에는 얼음을 넣고 바깥쪽 원통은 열선으로 가열한 다음, 원통을 시계 반대 방향으로 회전시키면서 알루미늄 가루의 운동을 관찰한다.

**탐구 결과**

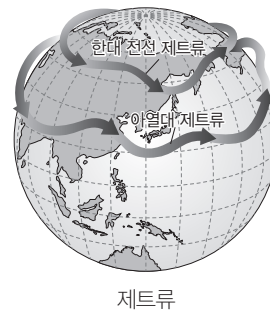
- 회전 속도가 느릴 때는 물이 회전판과 같은 방향으로 흐르면서 따뜻한 외벽을 따라 상승하고 얼음이 든 내벽을 따라 하강한다.
- 회전 속도가 중간 정도일 때는 물의 흐름이 파동을 이루고, 회전 속도가 증가하면 파동의 수가 늘어나고 파동의 안쪽과 바깥쪽에 회전 방향이 서로 반대인 소용돌이가 생긴다.

**분석 point**

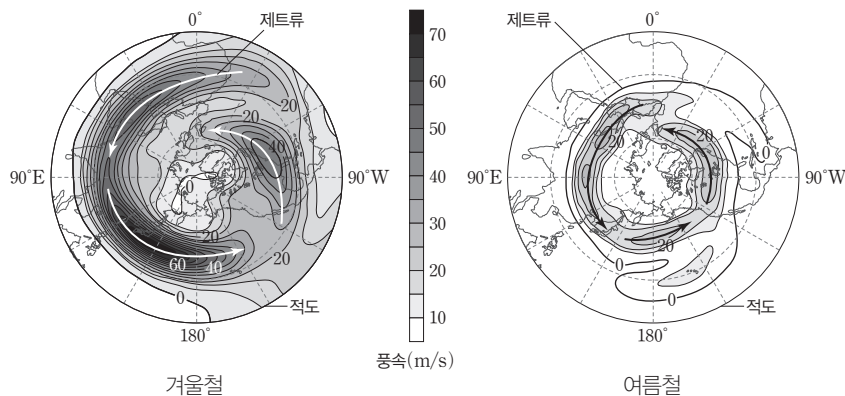
회전 속도가 느릴 때는 해들리 순환, 회전 속도가 빠를 때는 편서풍 파동에 해당하는 흐름이 나타난다.



**(2) 제트류:** 편서풍 파동에서 축이 되는 좁고 강한 흐름으로 대류권 계면 부근에서 남북 사이의 기온 차이가 가장 큰 곳에서 나타난다. ➔ 제트류에 의해서 남북 방향으로 큰 진폭의 파동이 발생하면 고위도의 차가운 공기는 저위도 쪽으로 내려가고 저위도의 따뜻한 공기는 고위도 쪽으로 올라간다. 이로 인해 남북 사이의 에너지 수송이 활발하게 일어나서 제트류는 전 지구적인 에너지 평형 상태를 유지하는 데 중요한 역할을 한다.



- 한대 (전선) 제트류:** 한대 전선대에서 남북 간의 급격한 기온 변화로 인해 기압 차이가 커지고 기압 경도력이 크게 작용하여 높이 10 km 부근에서 발생한다.
- 아열대 제트류:** 적도 부근에서 가열되어 상승한 공기가 고위도 지역으로 향하면서 위도 30° 부근의 높이 13 km 부근에서 전향력에 의해 동쪽으로 편향되어 발생한다.
- 풍속의 세기:** 겨울철이 여름철보다 남북 간의 기온 차이가 크기 때문에 기압 경도력이 커져서 제트류의 풍속도 더 빠르게 나타난다.



계절에 따른 한대 (전선) 제트류의 위치와 풍속 변화

**개념 체크**

- **제트류:** 편서풍 파동에서 축이 되는 좁고 강한 흐름
- **북반구 한대 (전선) 제트류와 아열대 제트류의 위치 변화:** 한대 (전선) 제트류는 여름철에는 70°N 부근까지 북상했다가 겨울철에는 30°N 부근까지 남하한다. 이에 비해 아열대 제트류는 계절에 따른 위치 변화가 크지 않다.

- 회전 원통 실험에서 회전 속도가 빠를수록 파동의 수가 ( )한다.
- 제트류는 ( ) 계면 부근에서 발생한다.
- 제트류의 풍속은 ( )철이 ( )철보다 더 빠르다.
- 한대 (전선) 제트류의 위치는 여름철에는 ( )하고 겨울철에는 ( )한다.

**정답**

- 증가
- 대류권
- 겨울, 여름
- 북상, 남하

개념 체크

- **대기 순환의 규모:** 대기 순환은 공간 규모가 클수록 시간 규모도 크다. 전향력은 미규모와 중간 규모에서는 무시할 수 있을 정도로 영향이 작다.
- **온난 고기압:** 대기 대순환 중 해들리 순환과 페렐 순환 사이의 하강 기류가 발달하는 곳에서 만들어지는 고기압으로, 중심부 온도가 주변보다 높다.
- **한랭 고기압:** 지표면의 냉각으로 만들어지는 고기압으로, 중심부 온도가 주변보다 낮다.

1. 지구 규모의 순환에서는 수평 규모에 비해 연직 규모가 훨씬 ( )다.
2. 해륙풍과 산곡풍은 ( ) 규모에 해당한다.
3. 온난 고기압은 ( )에 의해 상층에서 공기가 ( )하여 발생한다.
4. 온대 저기압은 ( ) 규모에 해당한다.
5. 대기 순환의 규모에서 공간 규모가 클수록 시간 규모가 ( )다.

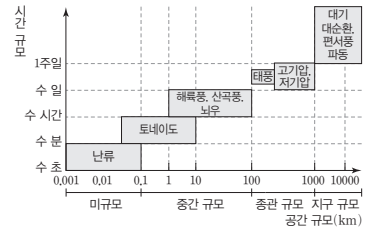
정답

1. 작
2. 중간
3. 대기 대순환, 수렴
4. 종관
5. 크

4 대기 대순환

(1) 대기 순환의 규모

- ① 대기 순환의 규모: 공간 규모와 시간 규모에 따라 구분한다.
- ② 대기 순환 규모의 특징
  - 공간 규모가 클수록 시간 규모가 커서 수명이 길다.
  - 작은 규모의 순환에서는 연직 규모와 수평 규모가 대체로 비슷하고, 큰 규모의 순환에서는 연직 규모에 비해 수평 규모가 훨씬 크다.
  - 미규모와 중간 규모는 종관 일기도에 나타나지 않으며, 전향력의 효과는 무시할 수 있을 정도로 작다.

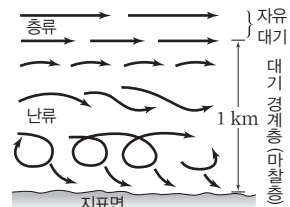


대기 순환의 규모

(2) 여러 규모의 순환

① 미규모의 순환

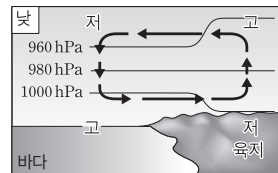
- 난류: 높이 1 km 이하의 대기 경계층(마찰층)에서 나타나는 복잡하고 불규칙한 대기의 흐름이다.
- 토네이도: 깔때기 모양을 하고 있는 거대한 회오리 바람이다. 우리나라 바다에서 생기는 용오름이 이에 해당하며, 때때로 중간 규모로 나타나기도 한다.



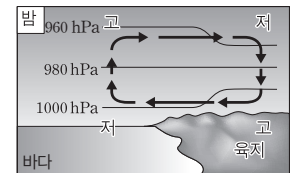
미규모의 순환

② 중간 규모의 순환

- 해륙풍: 맑은 날 해안의 약 1 km 이하의 고도에서 육지와 바다의 온도 차에 의해 발생하는 바람이다. 하루를 주기로 낮에는 해풍이, 밤에는 육풍이 분다.
- 산곡풍: 맑은 날 산등성이와 골짜기의 온도 차에 의해 발생하는 바람이다. 주기는 하루이고, 낮에는 곡풍이, 밤에는 산풍이 분다.
- 뇌우: 적란운이 갑자기 발달하면서 천둥과 번개를 동반한 강한 소나기가 내리는 현상이다.



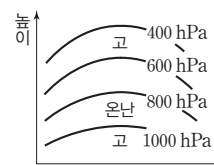
해풍



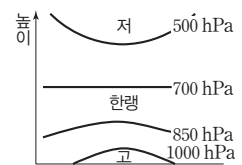
육풍

③ 종관 규모의 순환

- 고기압
  - 온난 고기압: 대기 대순환에 의해 상층에서 공기가 수렴하여 발생하며, 단열 압축이 일어나는 중심부의 온도가 주변보다 높다. 예) 북태평양 고기압
  - 한랭 고기압: 지표면의 냉각으로 공기가 침강하여 발생하며, 중심부의 온도가 주변보다 낮고, 상공에는 저기압이 생긴다. 예) 시베리아 고기압



온난 고기압



한랭 고기압

• 저기압

- 온대 저기압: 고위도의 찬 공기와 저위도의 따뜻한 공기가 만나는 중위도나 고위도에 서 발생하는 저기압으로, 기층의 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다.
- 열대 저기압: 수온이 약 27℃ 이상인 위도 5°~25°의 열대 해상에서 발달하며, 에너지원은 수증기의 응결열이다. ➔ 전선이 없고, 이동 경로가 대체로 포물선 궤도이며, 북반구에서는 진행 방향의 오른쪽(위험 반원)이 왼쪽(안전 반원)보다 풍속이 빠르다. 중심부인 태풍의 눈에서는 약한 하강 기류가 발달하여 날씨가 맑다.

④ 지구 규모의 순환

- 계절풍: 여름에는 대륙이 해양보다 빨리 가열되므로 해양에서 대륙으로 바람이 불고, 겨울에는 대륙이 해양보다 빨리 냉각되므로 대륙에서 해양으로 바람이 분다.

(3) 대기 대순환: 지구 규모의 열에너지 이동을 일으키는 가장 큰 규모의 대기 순환

- ① 지구의 복사 평형: 지구가 태양으로부터 흡수하는 복사 에너지와 지구가 우주 공간으로 방출하는 복사 에너지는 같다.
- ② 위도별 열수지: 지구 전체적으로는 복사 평형을 이루고 있지만, 위도에 따라 에너지 불균형이 나타난다.

(+: 흡수량, -: 방출량)

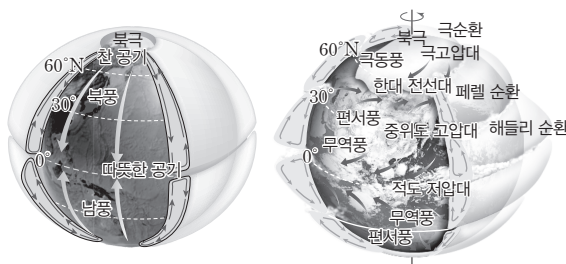
	태양 복사(단파 복사)		지구 복사(장파 복사)			
우주 공간	-100	25	-70	66	4	70
대기	25	5	25	100	8	-25
지표면	45	25	45	88	-104	-45

지구의 열수지

- 저위도: 태양 복사 에너지 흡수량 > 지구 복사 에너지 방출량
- 고위도: 태양 복사 에너지 흡수량 < 지구 복사 에너지 방출량
- 위도 약 38° 이하의 저위도는 에너지 과잉이, 위도 약 38° 이상의 고위도는 에너지 부족이 나타나는데, 그 양은 서로 같다. ➔ 대기와 해수의 순환 등에 의해 저위도의 과잉 에너지가 고위도로 이동하므로 지구 전체적으로는 에너지 평형을 이루고 있다.

③ 대기 대순환 구조

- 단일 순환 세포 모델(지구가 자전하지 않을 때): 적도 지방에는 상승 기류가, 극지방에는 하강 기류가 발달하여 북반구 지상에는 북풍만, 남반구 지상에는 남풍만 분다.
- 3세포 순환 모델(지구가 자전할 때): 지구 자전에 의한 전향력의 영향으로 3개의 순환 세포가 형성된다.
  - 해들리 순환: 적도에서 상승하여 고위도 방향으로 이동한 후, 위도 30°에서 하강하여 다시 적도로 돌아온다.
  - 페렐 순환: 위도 30°에서 하강하여 고위도 방향으로 이동한 다음 위도 60°에서 상승한다.
  - 극순환: 극에서 하강하여 저위도 방향으로 이동한 다음 위도 60°에서 상승하여 다시 극으로 이동한다.



단일 세포 순환 모델

3세포 순환 모델

개념 체크

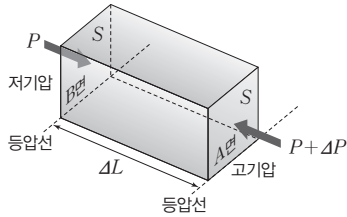
- 지구의 복사 평형: 지구가 흡수하는 태양 복사 에너지의 양과 방출하는 지구 복사 에너지의 양은 같다. 그러나 위도에 따라서는 에너지 불균형이 나타나므로 대기와 해수의 순환이 일어나 에너지를 수송하게 된다.
- 대기 대순환: 자전하는 지구에서 위도에 따른 에너지 불균형으로 발생하며, 해들리 순환, 페렐 순환, 극순환이 있다.

1. 태양 복사는 지구 복사보다 파장이 ( )며, 지구 대기에 의한 흡수율이 지표면의 흡수율보다 더 ( )다.
2. 저위도 지방은 태양 복사 에너지 흡수량보다 지구 복사 에너지 방출량이 ( )으므로, 에너지 ( ) 상태이다.
3. ( )와 ( )의 순환 등에 의해 저위도에서 고위도로 에너지가 수송된다.
4. 3세포 순환 모델의 해들리 순환에서 적도 부근의 공기는 ( )하고, 위도 30° 부근의 공기는 ( )한다.

정답

1. 짧으, 낮
2. 적, 과잉
3. 대기, 해수
4. 상승, 하강

**01** [23030-0177] 그림은 직육면체 공기 덩어리의 A면과 B면에 작용하는 기압의 크기가 각각  $P + \Delta P$ ,  $P$ 이고, 두 등압선의 거리가  $\Delta L$ 만큼 떨어져 있는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?  
(단,  $S$ 는 A면과 B면의 면적이고,  $\Delta P > 0$ 이며, 공기의 밀도( $\rho$ )와 두 등압선 사이의 거리( $\Delta L$ )는 일정하다.)

보기

- ㄱ. 수평 방향의 기압 경도력은 A면에서 B면 쪽으로 작용한다.
- ㄴ. 직육면체 공기 덩어리의 질량은  $\rho S \Delta L$ 이다.
- ㄷ.  $\Delta P$ 가 커지면, 기압 차에 의해 이 공기 1 kg에 작용하는 힘의 크기는 작아진다.

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

**02** [23030-0178] 다음은 대기의 운동에 대하여 학생 A, B, C가 나눈 대화이다.

학생 A: 공기는 기압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 힘을 받고, 기압은 높이가 높아질수록 (㉠)해.

학생 B: 그러면 공기는 ㉡ 기압 차에 의해 지면에 수직 방향으로 작용하는 힘을 받을 거야.

학생 C: 그런데 실제 대기에서는 수평 방향에 비해 ㉢ 연직 방향의 운동이 거의 일어나지 않는 이유는 무엇일까?

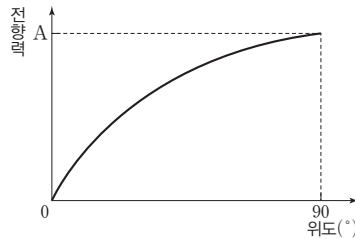
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 '증가'이다.
- ㄴ. ㉡은 수평 방향의 바람을 일으키는 근원적인 힘이다.
- ㄷ. ㉢은 대기가 정역학 평형 상태를 이루고 있기 때문이다.

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

**03** [23030-0179] 그림은 수평면상에서 운동하는 물체의 위도에 따른 전향력의 크기를 나타낸 것이다.



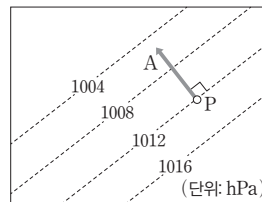
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?  
(단, 물체의 속력은 일정하다.)

보기

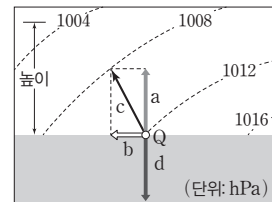
- ㄱ. 위도  $45^\circ$ 에서 전향력의 크기는  $\frac{A}{2}$ 이다.
- ㄴ. 전향력의 크기는  $90^\circ N$ 과  $90^\circ S$ 에서 최댓값을 갖는다.
- ㄷ. 전향력은 남반구와 북반구에서 모두 물체가 진행하는 방향의 오른쪽 직각 방향으로 작용한다.

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

**04** [23030-0180] 그림 (가)는 지표면에서의 등압선 분포와 P점에 있는 공기에 작용하는 힘 A를, (나)는 연직으로 경사져 있는 등압선 분포와 Q점에 있는 공기에 작용하는 힘 a~d를 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?  
(단, 대기는 정역학 평형 상태이며, 화살표는 힘의 방향만을 나타낸다.)

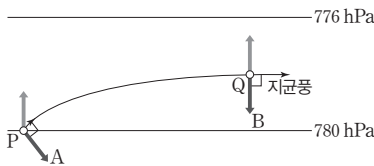
보기

- ㄱ. (가)에서 A는 수평 기압 경도력이다.
- ㄴ. (나)에서 a의 크기는 중력의 크기와 같다.
- ㄷ. (나)에서 Q점에 있는 공기는 c 방향으로 이동하기 시작한다.

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



**05** [23030-0181] 그림은 P 지점에서 공기가 움직이기 시작한 직후에 공기에 작용하는 힘과 Q 지점에서 지균풍이 되었을 때 공기에 작용하는 힘을 나타낸 것이다. 힘을 표현하는 화살표는 힘의 방향만을 나타낸다.

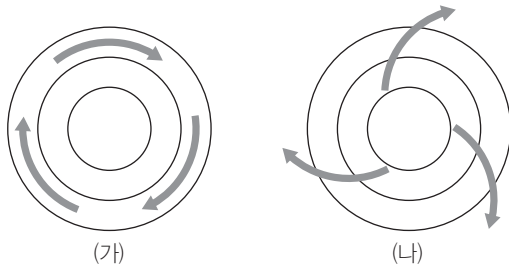


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 이 지역은 북반구에 위치한다.
  - ㄴ. 힘의 크기는 A가 B보다 크다.
  - ㄷ. P 지점에서 Q 지점까지 이동하는 동안 공기의 속력은 빨라진다.

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

**06** [23030-0182] 그림 (가)와 (나)는 북반구 동일 위도의 높이가 다른 두 지역에서 등압선이 원형일 때 부는 바람의 모습을 나타낸 것이다. 두 지역의 바람을 일으키는 수평 기압 경도력의 크기는 같다.

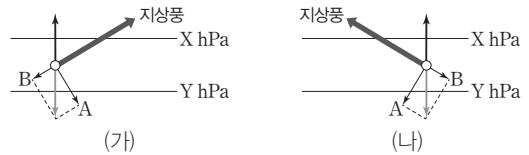


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 높이는 (가)가 (나)보다 높다.
  - ㄴ. 풍속은 (가)의 바람이 (나)의 바람보다 빠르다.
  - ㄷ. (가)의 바람에 작용하는 기압 경도력은 전향력보다 작다.

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

**07** [23030-0183] 그림 (가)와 (나)는 서로 다른 두 지역의 지상에서 부는 바람과 이에 작용하는 힘 A, B를 나타낸 것이다.

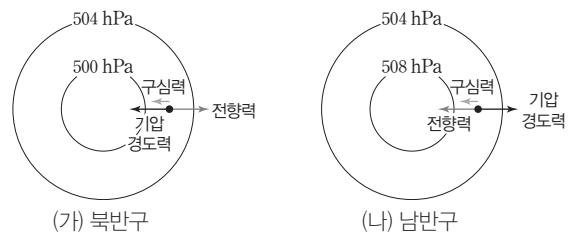


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. X는 Y보다 크다.
  - ㄴ. B가 커지면 A와 지상풍 사이의 각이 커진다.
  - ㄷ. (가)는 북반구, (나)는 남반구에서 부는 바람이다.

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

**08** [23030-0184] 그림 (가)와 (나)는 동일 위도의 북반구와 남반구에서 경도풍이 불 때, 등압선의 분포와 공기에 작용하는 힘을 나타낸 것이다. 화살표는 힘의 방향만을 나타낸다.

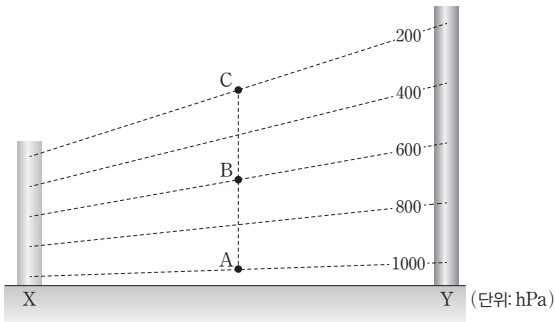


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 풍향은 (가)는 시계 반대 방향, (나)는 시계 방향이다.
  - ㄴ. 기압 경도력의 크기가 같을 때, 풍속은 (나)가 (가)보다 빠르다.
  - ㄷ. (가)와 (나)에서 모두 기압 경도력이 전향력보다 크다.

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

09 [23030-0185] 그림은 남반구에서 위도별 온도 차에 의해 형성된 등압면의 남북 연직 분포를 나타낸 것이다.

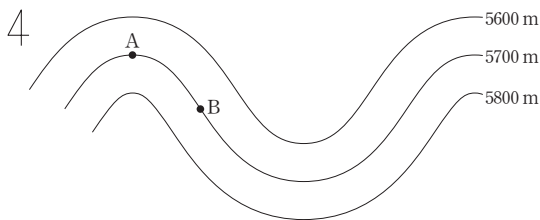


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. X는 Y보다 남쪽에 위치한다.
  - ㄴ. A, B, C 중 풍속은 A에서 가장 빠르다.
  - ㄷ. A 지점과 B 지점에서 풍향은 모두 동풍 계열이다.

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

10 [23030-0186] 그림은 북반구 중위도 지역의 500 hPa 면의 등고선을 나타낸 것이다. A와 B는 500 hPa 등압면상의 지점으로 위도는 같다.

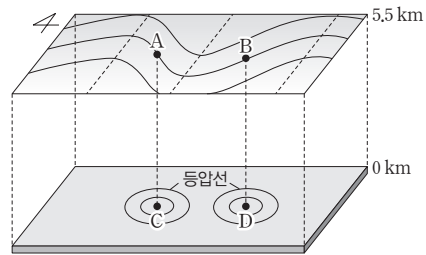


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B 두 지점에서 등고선 사이의 간격 및 중력 가속도는 같다.)

- 보기
- ㄱ. A에서 부는 바람에 작용하는 전향력은 북쪽으로 작용한다.
  - ㄴ. B에서 공기의 수렴이 일어난다.
  - ㄷ. 풍속은 A에서 부는 바람이 B에서 부는 바람보다 빠르다.

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

11 [23030-0187] 그림은 북반구 중위도 어느 지역의 5.5 km 상공의 등압선 분포와 지상에서의 기압 배치를 나타낸 것이다.

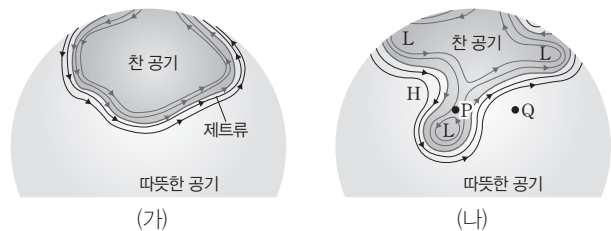


지점 A~D에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B 두 지점에서 등압선 사이의 간격 및 공기의 밀도는 같다.)

- 보기
- ㄱ. 기압은 A가 B보다 높다.
  - ㄴ. A에서는 수평 수렴이 일어난다.
  - ㄷ. C에서는 하강 기류가, D에서는 상승 기류가 발달한다.

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

12 [23030-0188] 그림 (가)와 (나)는 편서풍 파동의 발달 단계 중 일부를 나타낸 것으로, 지점 P와 Q의 위도는 같고, 지표면에 위치한다.

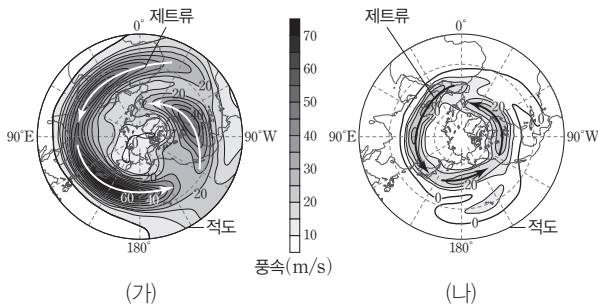


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 남북 간의 에너지 수송은 (가)보다 (나)가 활발하다.
  - ㄴ. 겨울철인 경우, 한파가 발생할 가능성은 P가 Q보다 높다.
  - ㄷ. (나)에서 떨어져 나간 저기압은 남북 간의 에너지 불균형을 감소시킨다.

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

**13** 그림 (가)와 (나)는 북반구 겨울철과 여름철의 한대 전선 제트류를 순서 없이 나타낸 것이다. [23030-0189]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 북반구 겨울철 분포이다.  
 ㄴ. 한대 전선대에서 남북 간의 기온 차는 (가)일 때가 (나)일 때보다 크다.  
 ㄷ. 제트류의 대기 순환 규모는 온대 저기압보다 크다.

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

**14** 표는 대기의 순환 규모에 따른 종류와 예를 나타낸 것이다. [23030-0190]

순환 규모 종류	예
미규모 ( A )	난류, ( ㉠ )
중관 규모 ( B )	② 해륙풍, 산곡풍 ③ 고기압, 저기압 계절풍, 대기 대순환

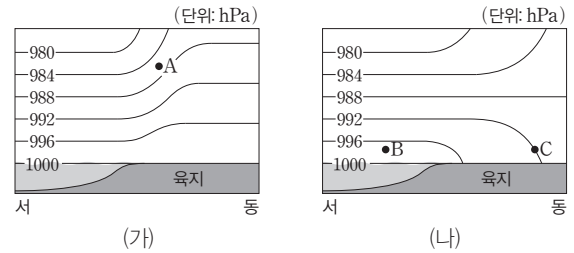
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 시간 규모는 A가 B보다 크다.  
 ㄴ. 토네이도는 ㉠에 해당한다.  
 ㄷ. 전향력의 영향은 ㉠이 ②보다 크게 받는다.

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

**15** 그림 (가)와 (나)는 맑은 날 어느 해안 지역에서 일출 직전과 한낮의 등압면의 연직 분포를 순서 없이 나타낸 것이다. [23030-0191]



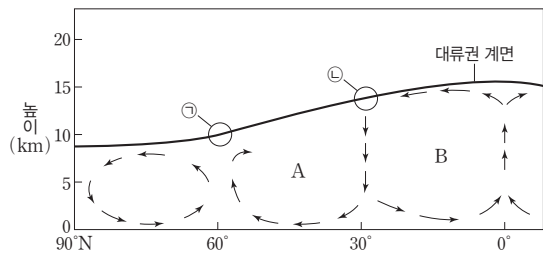
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 일출 직전의 분포이다.  
 ㄴ. A에서 공기는 동쪽에서 서쪽으로 이동한다.  
 ㄷ. 992 hPa 등압면과 984 hPa 등압면 사이의 두께는 B 지점 상공이 C 지점 상공보다 두껍다.

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

**16** 그림은 북반구의 대기 대순환을 나타낸 것이다. A와 B는 순환 세포이고, ㉠과 ㉡은 제트류이다. [23030-0192]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 간접 순환, B는 직접 순환이다.  
 ㄴ. ㉠은 서풍, ㉡은 동풍 계열의 바람이다.  
 ㄷ. 계절에 따른 위치 변화는 ㉠이 ㉡보다 작다.

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

토리첼리 실험에서 1기압 일 때 수은 기둥의 높이는 약 76 cm가 된다.

지구가 자전하는 경우 지구에서 움직이는 물체에는 전향력이 작용하여 진행 방향이 북반구에서는 오른쪽, 남반구에서는 왼쪽으로 휘어지게 된다. 지구가 자전하지 않는 경우 지구에서 움직이는 물체에는 전향력이 작용하지 않는다.

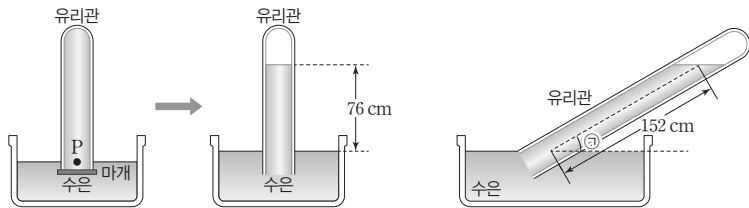
[23030-0193]

01 다음은 수은을 이용한 토리첼리의 기압 측정 실험을 나타낸 것이다.

[실험 과정]

- (가) 한쪽이 막히고 충분히 긴 유리관에 수은을 가득 채우고 마개를 닫아, 유리관을 수은이 담긴 그릇에 거꾸로 세운다.
- (나) 유리관을 막았던 마개를 떼어 낸 후, 수직으로 세운 유리관 속 수은 기둥의 높이를 측정한다.
- (다) 유리관을 수평면에 대해서 (㉠)°만큼 기울인 다음 수은 기둥의 높이를 측정한다.

[실험 결과]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 실험 과정은 동일한 장소에서 진행되었다.)

보기

- ㄱ. 이 지역의 대기압은 약 1013 hPa이다.
- ㄴ. P 지점에 작용하는 수은 기둥의 압력은 대기압과 같다.
- ㄷ. ㉠은 30이다.

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

[23030-0194]

02 그림 (가)와 (나)는 지구가 자전하지 않는 경우와 지구가 자전하는 경우의 북극에서 적도를 향하여 물체를 던졌을 때 물체가 이동하는 방향을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

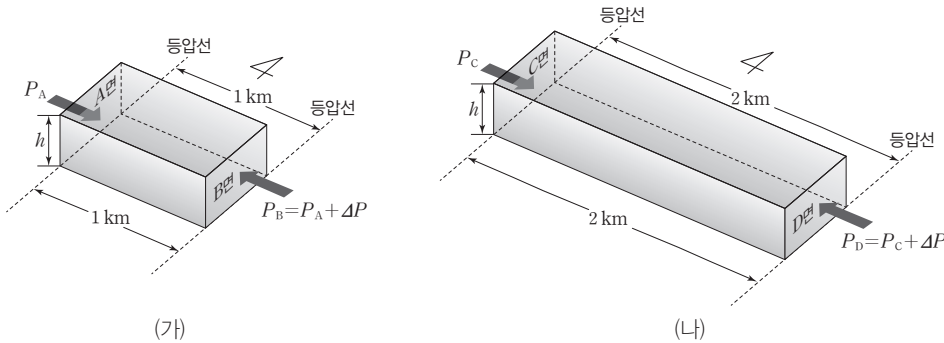
보기

- ㄱ. (가)는 지구가 자전하는 경우이다.
- ㄴ. (나)의 경우 남극에서 적도를 향해 물체를 던질 때, 전향력은 동쪽에서 서쪽으로 작용한다.
- ㄷ. (나)의 경우 물체를 던지는 속력을 2배로 하면, 물체에 작용하는 전향력의 크기는 2배가 된다.

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

**03** 그림의 대기는 정역학 평형을 이루고 있으며, 서로 다른 고도에 있는 직육면체 공기 덩어리 (가)와 (나)의 모습을 모식적으로 나타낸 것이다. (가)와 (나)에 작용하는 수평 기압 경도력은 같고,  $\Delta P > 0$ 이며, (가)와 (나)에서  $\Delta P$ 의 값은 같다.

[23030-0195]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)와 (나)에 작용하는 중력 가속도는 모두  $10 \text{ m/s}^2$ 이고, A ~ D의 면적은 같다.)

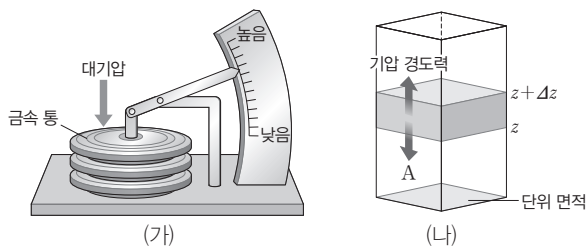
보기

- ㄱ. 공기 덩어리의 고도는 (가)가 (나)보다 높다.
- ㄴ. 공기 덩어리의 질량은 (가)가 (나)보다 크다.
- ㄷ. 공기 덩어리 (나)의 1 kg당 작용하는 연직 기압 경도력의 크기는 10 N이다.

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

**04** 그림 (가)는 진공 상태의 금속 통이 있는 아네로이드 기압계의 구조를, (나)는 대기의 단위 면적을 밑면으로 하는 공기 기둥 중 높이  $z$ 와  $(z + \Delta z)$  사이에 있는 밀도가  $\rho$ 인 직육면체 공기를 나타낸 것이다. 대기는 정역학 평형을 이루고 있다.

[23030-0196]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $g$ 이다.)

보기

- ㄱ. (가)에서 기압의 변화에 따라 금속 통은 압축 또는 팽창을 한다.
- ㄴ. (나)에서 직육면체의 아래로 작용하는 힘 A는  $\rho g \Delta z$ 이다.
- ㄷ. 아네로이드 기압계로 측정하였을 때, 금속 통은 높이  $z$ 보다  $(z + \Delta z)$ 에서 더 많이 수축된다.

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

기압 경도력의 크기는 두 지점 사이의 기압 차에 비례하고, 두 지점 사이의 거리와 공기의 밀도에 반비례한다.

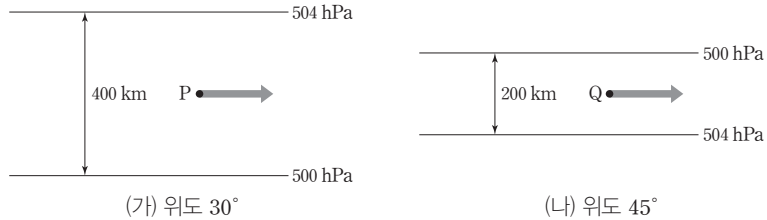
아네로이드 기압계의 진공 상태의 금속 통은 공기가 누르는 힘이 커지면 수축하여 높은 기압을 나타내고, 공기가 누르는 힘이 작아지면 팽창하여 낮은 기압을 나타낸다.

지균풍의 속력은 공기의 밀도가 일정한 경우에는 기압 경도력이 클수록, 기압 경도력이 같은 경우에는 저위도 지방으로 갈수록 빠르다.

등압면상에서 중력 가속도가 같은 경우, 기압 경도력의 크기는 등고선의 간격이 작을수록, 등고선의 고도 차가 클수록 크다.

[23030-0197]

05 그림 (가)와 (나)는 각각 위도 30°와 45° 지역의 상공에 위치한 두 지점 P와 Q에서 지균풍이 불 때 기압 분포를 나타낸 것이다. 두 지역에서 공기의 밀도는 같다.



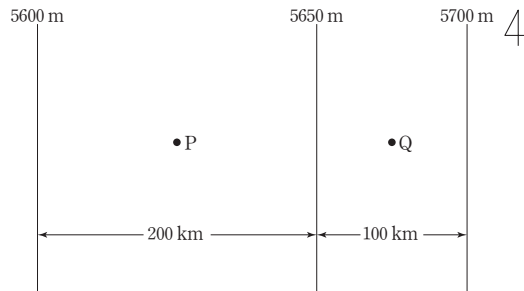
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 화살표는 바람의 방향만을 나타낸다.)

- 보기
- ㄱ. 두 지역은 모두 북반구에 위치한다.
  - ㄴ. 공기 1 kg에 작용하는 기압 경도력의 크기는 P가 Q의  $\sqrt{2}$ 배이다.
  - ㄷ. 지균풍의 풍속은 P가 Q보다 작다.

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

[23030-0198]

06 그림은 위도 45°N 지역의 상공에서 500 hPa 등압면의 등고선을 나타낸 것이다. 두 지점 P, Q는 500 hPa 등압면상에 위치하며, 이 지점에서는 지균풍이 불고 있다.



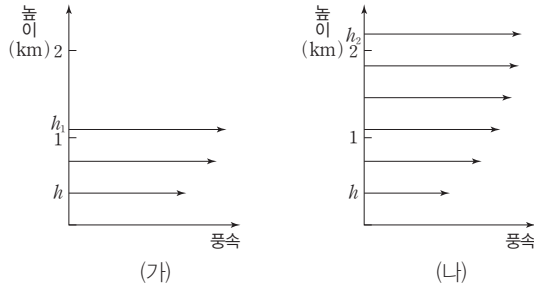
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, P, Q 두 지점에서의 중력 가속도는  $10 \text{ m/s}^2$ 이고,  $2\Omega\sin 45^\circ = 10^{-4} \text{ /s}$  ( $\Omega$ : 지구 자전 각속도)이다.)

- 보기
- ㄱ. 기압 경도력의 크기는 P가 Q보다 2배 크다.
  - ㄴ. P에서 지균풍 풍속은 25 m/s이다.
  - ㄷ. Q에서 지균풍은 남풍이다.

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

**07** 그림은 북반구 중위도의 서로 다른 두 지역 (가)와 (나)의 높이에 따른 풍속을 나타낸 것이다.  $h_1$ 과  $h_2$ 는 각각 (가)와 (나)의 지표풍이 불기 시작하는 높이를, 화살표는 풍속의 상대적인 크기만을 나타낸다.

[23030-0199]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 두 지역의 위도는 같고, 높이  $h_1$ 과  $h_2$ 에서 부는 지표풍의 풍향과 풍속은 각각 같다.)

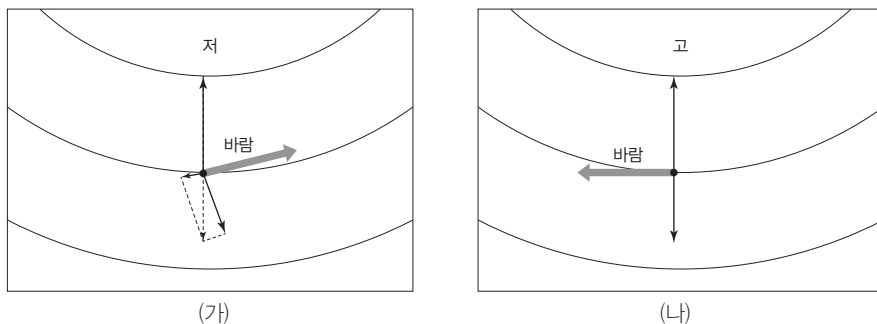
보기

- ㄱ. 높이  $h$ 에서 지표면 마찰의 영향은 (가)가 (나)보다 크다.
- ㄴ. 지표에서 지상풍이 등압선과 이루는 각은 (가)가 (나)보다 크다.
- ㄷ. (나)의 지표~높이  $h_2$  구간에서는 높이가 높아짐에 따라 풍향은 시계 방향으로 바뀐다.

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

**08** 그림 (가)와 (나)는 북반구의 서로 다른 고도에서 등압선이 곡선인 지점에서 부는 바람과 이 지점의 공기에 작용하는 힘을 나타낸 것이다. 이 바람은 평형 상태에 도달한 바람이다.

[23030-0200]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)의 바람은 지상풍이고, (나)의 바람은 경도풍이다.
- ㄴ. (가)에서 기압 경도력은 전향력과 마찰력의 합력보다 크다.
- ㄷ. (가)와 (나)에서 모두 구심력은 기압 경도력과 같은 방향으로 작용한다.

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

지표 부근의 바람은 마찰력의 영향을 크게 받지만 높이가 높아짐에 따라 마찰력이 감소하므로, 대기 경계층 내에서 풍속은 높이가 높아질수록 증가한다.

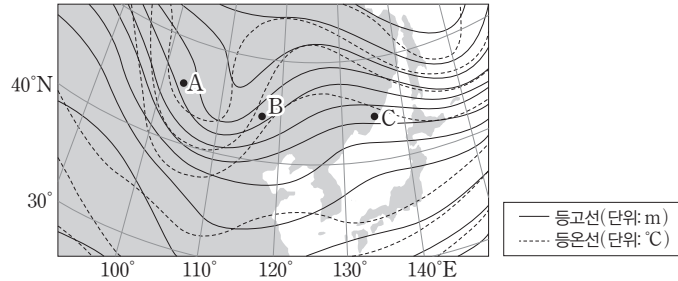
등압선이 원형 또는 곡선일 경우에는 지표 부근에서는 지상풍이, 높이 1 km 상공에서는 경도풍이 분다. 지표 부근에서 등압선이 원형 또는 곡선일 경우 지상풍은 기압 경도력, 전향력, 마찰력으로 인한 구심력이 작용한다.

상층 일기도는 어떤 높이에서 측정된 기압을 사용하지 않고, 등압면의 고도를 측정된 후 이를 등고선으로 나타낸다. 상층 일기도에서는 고도가 높은 지역이 고기압이고, 고도가 낮은 지역이 저기압이다.

한대 전선 제트류는 한대 전선대의 높이 10 km 부근에서, 아열대 제트류는 위도 30° 부근의 높이 13 km 부근에서 발생한다.

[23030-0201]

09 그림은 북반구 어느 지역의 500 hPa 등압면의 등고선과 등온선을 나타낸 것이다. A, B, C 지점은 같은 위도의 500 hPa 등압면상에 위치한다.



세 지점 A, B, C에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

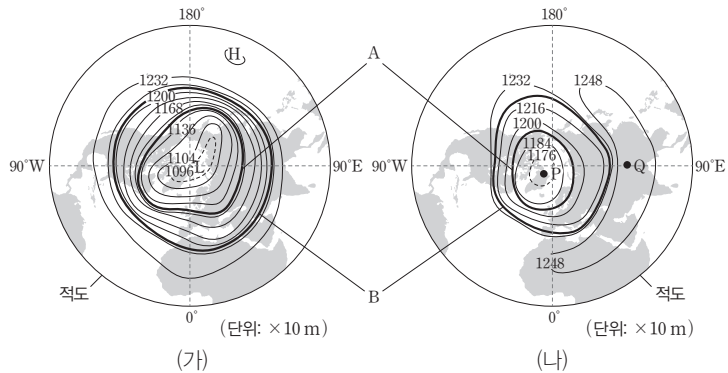
보기

- ㄱ. 기온이 가장 낮은 지점은 A이다.
- ㄴ. 지상에 저기압이 발달하기 가장 좋은 지점은 B이다.
- ㄷ. 고도가 가장 높은 지점은 C이다.

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

[23030-0202]

10 그림 (가)와 (나)는 각각 북반구 200 hPa 등압면의 1월과 7월의 평균 등고도선을 나타낸 것이다. A, B는 각각 한대 전선 제트류와 아열대 제트류 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

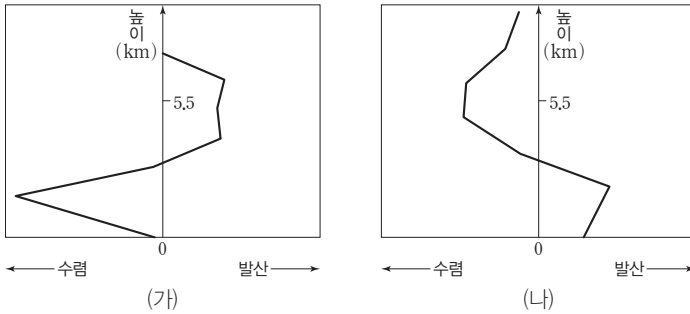
보기

- ㄱ. (가)에서 제트류의 발생 고도는 A가 B보다 높다.
- ㄴ. 남북 간의 기온 차는 (가)가 (나)보다 크다.
- ㄷ. (나)에서 같은 고도에서의 기압은 P가 Q보다 높다.

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



**11** [23030-0203] 그림은 북반구 중위도의 이웃한 두 지역 (가)와 (나)의 수렴과 발산의 연직 구조를 나타낸 것이다. 두 지역 중 한 곳의 지상에서는 강수 현상이 있었고, 두 지역의 5.5 km 고도에는 각각 편서풍 파동의 골의 동쪽 또는 서쪽이 위치하였다.



편서풍 파동의 기압골 동쪽에는 상층 발산 영역이, 편서풍 파동의 기압골 서쪽에는 상층 수렴 영역이 형성된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

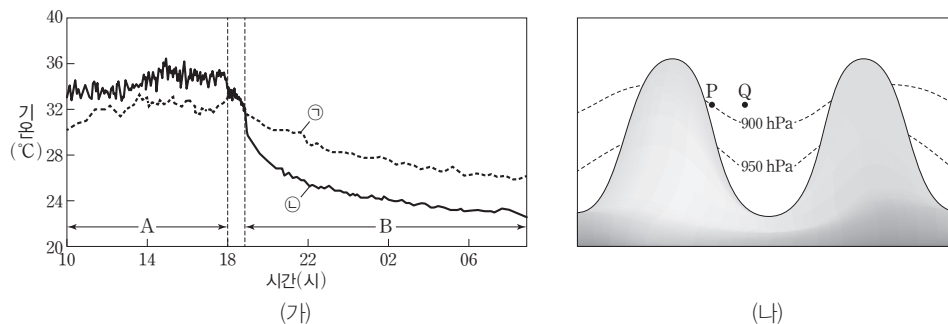
보기

- ㄱ. 강수 현상이 있었던 지역은 (가)이다.
- ㄴ. 지표에서 중심 기압은 (가)가 (나)보다 높다.
- ㄷ. 5.5 km 고도의 공기는 (나) 지역 부근에서 이전보다 속력이 빨라졌다.

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

**12** [23030-0204] 그림 (가)는 산간 지방에서 산꼭대기 불 때의 서로 다른 지역 ㉠과 ㉡에서 관측한 하루 동안 기온 분포를, (나)는 A와 B 중 한 시기 이 지역의 기압 분포를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 산비탈과 골짜기 중 하나이다.

산꼭대기는 맑은 날 산등성이와 골짜기의 온도 차에 의해 발생하는 바람으로 낮에는 골짜기, 밤에는 산꼭대기가 분다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

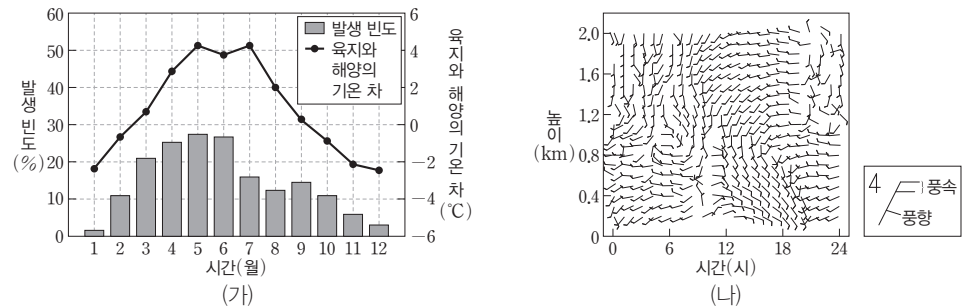
보기

- ㄱ. ㉠은 골짜기, ㉡은 산비탈이다.
- ㄴ. (나)는 A 시기의 기압 분포이다.
- ㄷ. (나)에서 공기의 밀도는 P가 Q보다 크다.

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

해륙풍은 맑은 날 해안의 고도 약 1 km 이하에서 육지와 바다의 온도 차에 의해 발생하는 바람이다. 하루를 주기로 낮에는 해풍, 밤에는 육풍이 분다.

13 그림 (가)는 우리나라 어느 지역의 월별 해륙풍 발생 빈도와 육지와 해양의 기온 차(육지 온도-해양 온도)를, (나)는 이 지역에서 해륙풍이 발생한 날 수평 바람의 연직 구조를 나타낸 것이다.



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

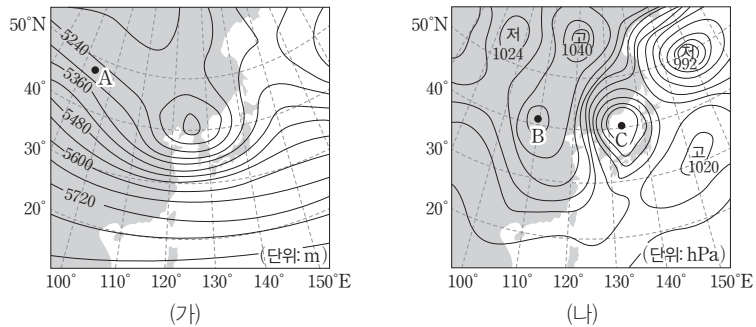
보기

- ㄱ. 육지와 해양의 기온 차가 클수록 대체로 해륙풍의 발생 빈도가 높다.
- ㄴ. 이 지역은 해양의 서쪽에 위치한다.
- ㄷ. 15시경에 높이 1.6 km에서 바람은 대체로 해양 쪽에서 육지 쪽으로 분다.

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

지상에서 수렴한 공기가 상층에서 발산이 일어나면 지상 기압계가 계속 발달하지만, 지상에서 수렴한 공기가 상층에서 발산하지 못하고 지상 저기압 위의 공기 밀도를 증가시키면 지상 저기압은 서서히 소멸한다.

14 그림 (가)는 어느 날 우리나라 주변의 500 hPa 등압면의 등고선 분포를, (나)는 같은 시각의 지상 일기도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A 지점에서는 등압선이 직선으로 나란하다.)

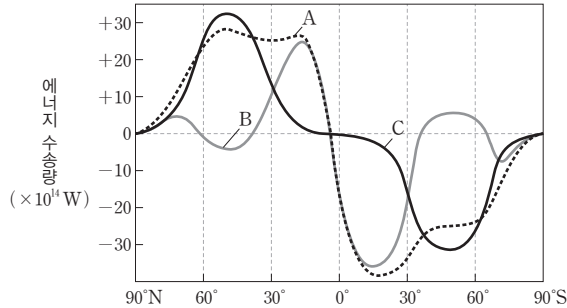
보기

- ㄱ. A 지점에서 부는 바람은 등압선에 나란하게 분다.
- ㄴ. B 지점에서 부는 바람에 작용하는 기압 경도력은 전향력과 마찰력의 합력보다 크다.
- ㄷ. 500 hPa 등압면의 기압골이 C 저기압 중심의 상공에 위치하면, C 지점의 기압계는 더욱 발달할 것이다.

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

**15** 그림은 대기에 의한 에너지 수송량을 나타낸 것으로, A, B, C는 각각 전체 에너지 수송량, 대기 대 순환의 세포들에 의한 남북 간 에너지 수송량, 편서풍 파동에 의한 에너지 수송량을 나타낸 것이다.

[23030-0207]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 에너지 수송량에서 양(+)의 값은 북쪽에서의 수송을, 음(-)의 값은 남쪽에서의 수송을 의미한다.)

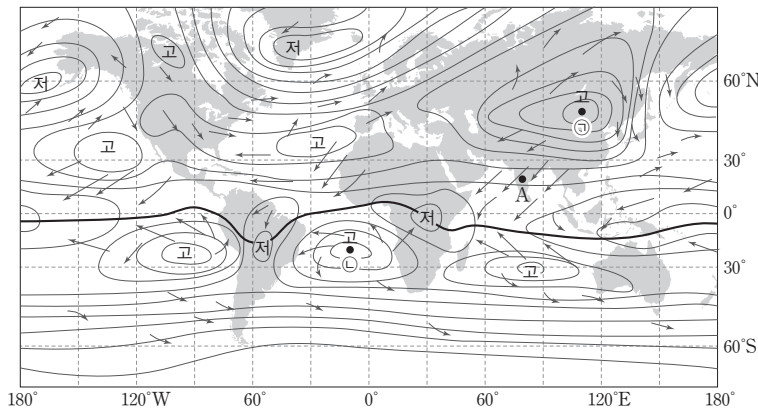
보기

- ㄱ. 위도 0°~30°에서는 편서풍 파동보다 해들리 순환에 의한 에너지 수송이 더 활발하다.
- ㄴ. 위도 30°N~60°N에서는 대체로 편서풍 파동에 의해 에너지가 북쪽으로 수송된다.
- ㄷ. 극 방향으로의 평균 에너지 수송량은 해들리 순환이 페렐 순환보다 많다.

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

**16** 그림은 1월과 7월 중 하나의 월평균 기압 분포와 바람을 나타낸 것이다. 굵은 선은 열대 수렴대이다.

[23030-0208]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 7월의 기압 배치이다.
- ㄴ. 대기 순환의 규모는 A 지역의 바람이 해륙풍보다 크다.
- ㄷ. ㉠과 ㉡의 고기압은 모두 해들리 순환이 하강하는 곳에 형성된다.

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

평균 자오면 순환은 여러 해의 바람을 동서 방향으로 평균하였을 때 나타나는 바람으로, 위도에 따른 연직 단면에서 보이는 해들리 순환, 페렐 순환, 극순환 등을 말한다. 주로 중위도에서는 편서풍 파동이, 저위도에서는 해들리 순환이 남북 방향의 에너지 수송을 담당한다.

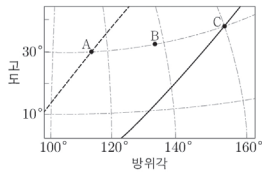
실제 대기에서 일어나는 대기 순환은 수륙 분포, 지형, 계절에 따른 남북 간의 온도 차 등에 의해 복잡하게 나타난다.

# III

# 우주

## 2023학년도 대학수학능력시험 16번

16. 그림은 우리나라에서 어느 해 춘분날 04시(㉠ 시기)에 목성과 두 별을 관찰하여 지평 좌표계에 A, B, C로 순서 없이 나타낸 것이다. 점선과 실선은 각각 황도와 천구의 적도 중 하나이다.



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

<보 기>

- ㄱ. 적경은 A가 B보다 크다.
- ㄴ. 이날 남중 고도는 태양이 B보다 크다.
- ㄷ. A와 C의 방위각 차이는, ㉠ 시기로부터 1년째 되는 날 같은 시각에 관찰한다면 ㉠ 시기보다 크다.

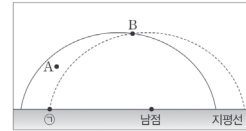
- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

## 2023학년도 EBS 수능완성 84쪽 5번

### 05

▶22073-0164

그림은 어느 날 자정에 우리나라에서 관측한 별 A, B의 위치를 나타낸 것이다. 실선과 점선은 각각 천구의 적도와 황도 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. ㉠은 하지점이다.
- ㄴ. 관측한 시기는 가을철이다.
- ㄷ. 남중 고도는 A가 B보다 높다.

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

### 연계 분석

수능 16번 문제는 수능완성 84쪽 5번 문제와 연계하여 출제되었다. 두 문제 모두 황도와 천구의 적도가 나타난 그림을 제시한 후 남중 고도에 대해 묻고 있다는 점에서 연계성을 찾아볼 수 있다. 제시한 자료를 보고 관측 시기와 천구상의 특정 지점에 대해 묻고 있는 수능완성 문제와는 달리 수능 문제에서는 천체의 적경과 방위각에 대해 묻고 있는 점에서 연계 교재의 문제와 차별화하고 있다.

### 학습 대책

수능완성 문제에 제시된 자료는 기출 문제에서 자주 볼 수 있었던 자료인 것과 달리 수능 문제에 제시된 자료는 같은 내용의 자료이지만 마치 새로운 유형의 자료라고 생각이 들 정도로 변형되어 출제되었다. 이와 같이 변형된 자료를 접했을 때 당황하지 않고 문제를 해결하기 위해서는 문제에서 다루는 개념에 대해 다시 한번 기본기를 다지고, 문제가 어떤 방향으로 응용되고 확장될 수 있는지를 스스로 예상해보면서 학습할 필요가 있다.



2023학년도 대학수학능력시험 17번

17. 표는 태양을 중심으로 원 궤도를 따라 공전하는 가상의 세 행성 A, B, C의 물리량을 나타낸 것이다. 세 행성은 공전 궤도가 동일 평면상에 있으며 공전 방향이 같다. A에서 관측한 B의 회합 주기는 S이다.

구분	A	B	C
30일 동안의 공전 각도 (°)	30	60	120
A에서 본 행성의 최대 이각 (°)	-	$\theta_B$	$\theta_C$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. A의 공전 주기는 360일이다.  
 ㄴ. B에서 관측한 C의 회합 주기는 2S이다.  
 ㄷ.  $\sin\theta_B$ 는  $\sin\theta_C$ 의 2배이다.

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

2023학년도 EBS 수능특강 172쪽 1번

01 [22030-0251]  
 표는 지구 및 태양계 행성 A, B, C의 하루 평균 공전 각도를 나타낸 것이다.

행성	지구	A	B	C
공전 각도(°)	0.986	1.602	0.524	0.033

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

「 보 기 」

ㄱ. A는 외행성이다.  
 ㄴ. 지구와의 회합 주기는 A가 B보다 길다.  
 ㄷ. C는 지구와의 회합 주기가 지구의 공전 주기보다 길다.

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

연계 분석

수능 17번 문제는 수능특강 172쪽 1번 문제와 연계하여 출제되었다. 두 문제 모두 일정 시간 동안 행성의 공전 각도를 제시한 후 공전 주기와 회합 주기에 대한 학습 요소를 묻고 있다. 공통적으로 행성의 공전 각도와 공전 주기 및 회합 주기에 대해 묻고 있다는 점에서 두 문제의 연계성은 매우 높다. 수능 문제에서는 어느 한 행성에서 관측한 최대 이각에 대해 묻고 있는 점에서 연계 교재의 문제와 차별화하고 있다.

학습 대책

수능특강 문제에서는 행성들의 하루 평균 공전 각도를 제시하였으며, 수능 문제에서는 행성들의 30일 동안의 공전 각도를 제시한 후 행성들의 최대 이각의 크기에 대해 묻고 있다. 이처럼 수능 문제는 연계 교재 문제를 변형시켜 출제하는 경우가 대부분이므로, 연계 교재의 문제를 해결하면서 문제의 상황 이외의 여러 가지 상황들을 추가적으로 고려하여 개념을 확장시키거나, 여러 개념을 복합적으로 연계하여 학습할 필요가 있다.

### 개념 체크

- **경선**: 구면상에서 북극과 남극을 최단으로 잇는 선
- **그리니치 천문대**: 1675년 영국 런던 그리니치에 설립된 천문대로 1884년 워싱턴 국제 회의에서 이 천문대를 지나는 경선을 경도와 시각의 기점으로 정하였다.

1. 위도는 ( )를 0°로 하고, 북극을 ( ), 남극을 ( )로 나타낸다.
2. 관측자가 서 있는 평면을 무한히 연장하여 천구와 맞닿는 대원은 ( )이다.
3. 천정과 천저를 지나는 대원은 ( )이다.
4. 북점과 남점은 ( )이 지평선과 만나는 두 점이다.
5. 동점과 서점은 ( )와 지평선이 만나는 두 점이다.
6. 천구의 북극과 천구의 남극은 ( )을 무한히 연장하여 천구와 만나는 두 점이다.

정답

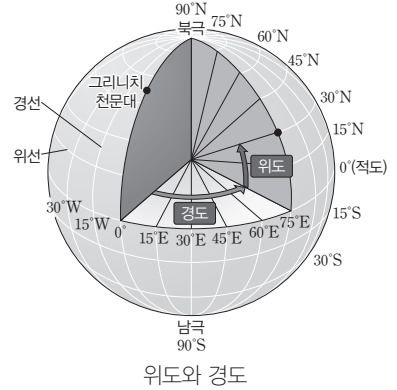
1. 적도, 90°N, 90°S
2. 지평선
3. 수직권
4. 자오선
5. 천구의 적도
6. 지구 자전축

## 1 천체의 위치와 좌표계

### (1) 지구상의 위치와 시각

#### ① 위도와 경도

- 위도: 자전축에 수직인 원 중 반지름이 가장 큰 원인 적도를 0°로 하고, 북쪽과 남쪽을 북위 90°와 남위 90°까지 나타낸다.
- 경도: 그리니치 천문대를 지나는 경선을 기준으로 어떤 위치를 지나는 경선이 이루는 각을 동쪽으로 동경, 서쪽으로는 서경으로 180°까지 나타낸다.



#### ② 방위와 시각

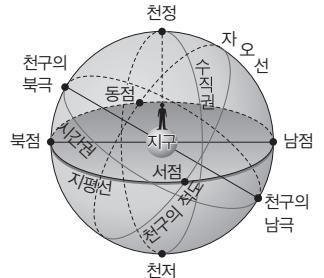
- 방위: 같은 경도선상의 북극 방향이 북쪽, 그 반대편이 남쪽이며 북극을 바라보고 있을 때 같은 위도상의 오른쪽은 동쪽, 왼쪽은 서쪽이다.
- 시각: 하루 중 태양이 정남쪽(북반구)에 있을 때의 시각을 12시로 정하며, 현재 전 세계는 그리니치 천문대를 기준으로 경도에 따른 표준시를 사용한다.

### (2) 천체의 좌표계

① 천구: 관측자를 중심으로 하는 반지름이 무한대인 가상의 구이다. 천구의 중심에 있는 관측자에게는 천체가 천구에 투영되어 보이므로 천체의 위치는 거리와 관계없이 방향만으로 표시된다.

#### ② 천구의 기준점

- 천정과 천저: 관측자를 지나는 연직선이 천구와 만나는 두 점 중 위를 천정, 아래를 천저라고 한다.
- 천구의 북극과 남극: 지구의 자전축을 연장할 때 천구와 만나는 두 점을 천구의 북극과 천구의 남극이라고 한다.
- 북점과 남점: 천구의 북극과 천정을 지나는 대원(자오선)이 천구의 북극 방향에서 지평선과 만나는 지점을 북점, 그 반대편을 남점이라고 한다.
- 동점과 서점: 천구의 적도와 지평선이 만나는 두 점으로, 북점을 바라볼 때 지평선을 따라 오른쪽으로 90°가 되는 지점을 동점, 지평선을 따라 왼쪽으로 90°가 되는 지점을 서점이라고 한다.



천구의 기준점과 기준선

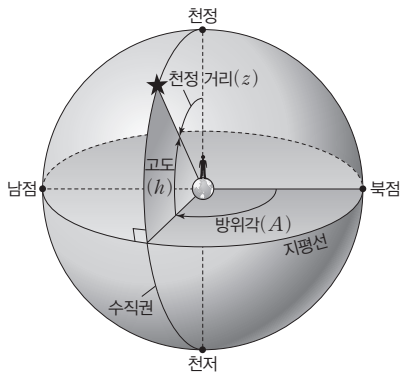
#### ③ 천구의 기준선

- 천구의 적도: 지구의 적도를 연장하여 천구와 만나는 대원이다.
- 지평선: 관측자가 서 있는 지평면을 연장하여 천구와 만나는 대원이다.
- 시간권: 천구의 북극과 남극을 지나는 천구상의 대원이다.
- 수직권: 천정과 천저를 지나는 천구상의 대원이다.
- 자오선: 천구의 북극과 남극, 천정과 천저를 동시에 지나는 천구상의 대원으로, 시간권이면서 수직권이다.

개념 체크

④ 지평 좌표계: 북점(또는 남점)을 기준으로 하는 방위각과, 지평선을 기준으로 하는 고도로 천체의 위치를 나타내는 좌표계이다.

- 방위각( $A$ ): 북점(또는 남점)으로부터 지평선을 따라 시계 방향으로 천체를 지나는 수직권까지 잰 각으로  $0^\circ \sim 360^\circ$ 의 값을 갖는다.
- 고도( $h$ ): 지평선에서 수직권을 따라 천정 방향으로 천체까지 측정한 각으로  $0^\circ \sim 90^\circ$ 의 값을 갖는다.
- 천정 거리( $z$ ): 천정에서 수직권을 따라 천체까지 잰 각으로  $z = (90^\circ - h)$ 이다.
- 지평 좌표계의 특징: 관측자 중심의 좌표계이므로 천체의 위치를 쉽게 표시할 수 있는 장점이 있지만, 관측자의 위치가 달라지면 지평선이 달라지므로 방위각과 고도의 값이 달라진다. 또한 지구가 자전함에 따라 방위각과 고도가 계속 달라진다.

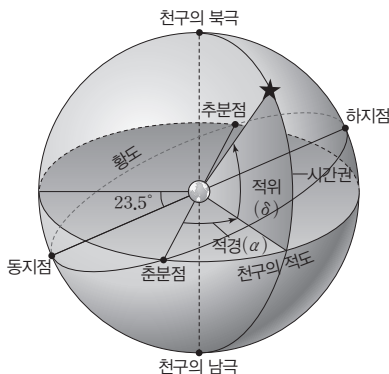


지평 좌표계

구분	방위각	고도		
기준점(출발점)	북점(또는 남점)	지평선과 수직권의 교점		
측정 방향	시계 방향	출발점에서 천정 쪽		
범위	$0^\circ \sim 360^\circ$	$0^\circ \sim 90^\circ$		
예	북점	$0^\circ$	천정	$90^\circ$
	동점	$90^\circ$		
	남점	$180^\circ$	지평선상의 지점	$0^\circ$
	서점	$270^\circ$		

⑤ 적도 좌표계: 춘분점을 기준으로 하는 적경과 천구의 적도를 기준으로 하는 적위로 천체의 위치를 나타내는 좌표계이다.

- 적경( $\alpha$ ): 춘분점을 기준으로 천구의 적도를 따라 천체를 지나는 시간권까지 시계 반대 방향(서  $\rightarrow$  동)으로 잰 각으로,  $15^\circ$ 를  $1^h$ 로 환산하여  $0^h \sim 24^h$ 로 나타낸다.
- 적위( $\delta$ ): 천구의 적도를 기준으로 시간권을 따라 천체까지 잰 각으로  $0^\circ \sim \pm 90^\circ$ 의 값을 가지며, 천체가 천구의 적도를 기준으로 북반구에 있을 때는 (+), 남반구에 있을 때는 (-) 값으로 나타낸다.
- 적도 좌표계의 특징: 관측 장소나 시각의 변화와 관계없이 천체의 위치가 일정한 값으로 표현되므로, 별들의 목록이나 성도를 작성하는 데 이용된다.



적도 좌표계

구분	적경	적위	
기준점(출발점)	춘분점	천구의 적도와 시간권의 교점	
측정 방향	서 $\rightarrow$ 동 방향	출발점에서 천구의 북극 또는 남극 쪽	
범위	$0^h \sim 24^h$	$0^\circ \sim \pm 90^\circ$	
예	춘분점	$0^h$	$0^\circ$
	하지점	$6^h$	
	추분점	$12^h$	$0^\circ$
	동지점	$18^h$	

- 적도 좌표계와 위도, 경도: 적도 좌표계는 지구의 위도와 경도를 그대로 천구상에 투영한 것이다. 적경과 적위는 각각 경도와 위도에 대응되는 개념이다.
- 적경과 적위: 적도 좌표계에서 천체의 적경과 적위 값은 관측자의 위치나 시각에 관계없이 변하지 않지만, 지구와 태양계 행성들은 태양 주위를 공전하고 있으므로 태양과 태양계 천체들의 적경과 적위 값은 매일 조금씩 달라진다.

1. 지평 좌표계는 천체의 위치를 ( )과 ( )로 나타낸다.
2. 방위각은 북점(또는 남점)으로부터 ( )을 따라 ( ) 방향으로 측정한다.
3. 고도는 ( )에서 ( )을 따라 천체까지 측정하는 각이다.
4. 적경은 ( )을 기준으로 천구의 적도를 따라 ( ) 방향으로 측정한다.
5. 적위는 ( )를 기준으로 ( )을 따라 측정한다.

정답

1. 방위각, 고도
2. 지평선, 시계
3. 지평선, 수직권
4. 춘분점, 서  $\rightarrow$  동(시계 반대)
5. 천구의 적도, 시간권

개념 체크

- 태양의 남중 고도: 북반구 중위도에서 태양이 동쪽에서 떠서 남쪽으로 이동하는 동안 고도가 점차 높아지고, 남쪽에서 서쪽으로 이동하는 동안 고도가 점차 낮아진다. 따라서 정남쪽에 위치할 때 하루 중 고도가 가장 높다.
- 북극성의 고도: 어느 지역에서 북극성의 고도는 그 지역의 위도와 같으며, 천체의 일주권은 천구의 적도와 나란하다.

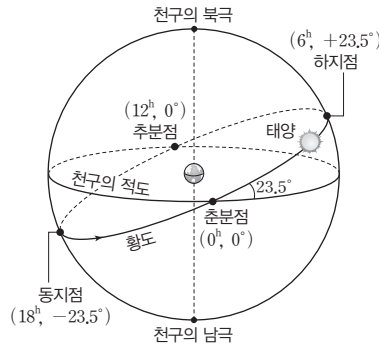
1. 태양의 적위는 하짓날보다 동짓날이 ( )므로, 남중 고도는 하짓날보다 동짓날이 ( )다.
2. 북반구의 위도가  $\varphi$ 인 지역에서 추분날 태양의 남중 고도는 ( )이다.
3. 위도  $30^{\circ}\text{N}$ 인 지역에서 적위가  $+30^{\circ}$ 인 천체의 남중 고도는 ( )이다.
4. 우리나라에서 하짓날 태양은 ( )쪽에서 떠서 ( )쪽으로 진다.
5. 서울에서 하짓날과 동짓날 태양의 남중 고도 차는 ( )이다.

정답

1. 작으, 낮
2.  $90^{\circ} - \varphi$
3.  $90^{\circ}$
4. 북동, 북서
5.  $47^{\circ}$



과학 돋보기 | 태양의 연주 운동과 적도 좌표



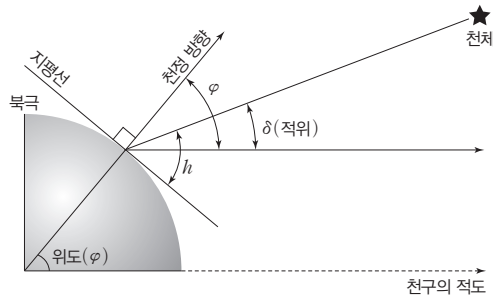
춘분점	태양이 황도를 따라 천구의 남반구에서 북반구로 올라가면서 천구의 적도와 만나는 지점 → 태양의 적위가 (-)에서 (+)로 변하는 지점
하지점	황도상에서 가장 북쪽에 위치한 지점
추분점	태양이 황도를 따라 천구의 북반구에서 남반구로 내려가면서 천구의 적도와 만나는 지점 → 태양의 적위가 (+)에서 (-)로 변하는 지점
동지점	황도상에서 가장 남쪽에 위치한 지점

- 황도: 천구상에서 태양이 연주 운동하는 경로로, 지구의 공전 궤도를 연장하여 천구와 만나는 대원에 해당한다. 황도는 천구의 적도와 약  $23.5^{\circ}$  기울어져 있다.
- 천구의 적도와 황도가 만나는 두 점 중 태양이 황도를 따라 천구의 남반구에서 북반구로 가면서 만나는 점이 춘분점, 천구의 북반구에서 남반구로 가면서 만나는 점이 추분점이다.
- 황도상에서 적위가 가장 큰 점이 하지점, 적위가 가장 작은 점이 동지점이다.
- 태양은 춘분점 → 하지점 → 추분점 → 동지점 → 춘분점의 방향으로 연주 운동한다.

⑥ 천체의 남중 고도

- 남중 고도: 천체가 남쪽 자오선에 위치할 때 천체의 고도이다.
- 남중 고도는 천체의 적위( $\delta$ )와 관측자의 위도( $\varphi$ )에 따라 달라지며,  $\varphi > \delta$ 일 때 천체의 남중 고도( $h$ )는 아래와 같다.

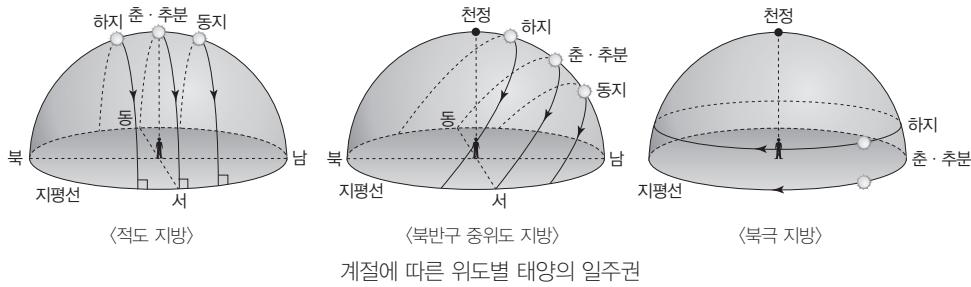
$$h = 90^{\circ} - \varphi + \delta$$



천체의 남중 고도와 적위

- 태양의 남중 고도(북반구 중위도)
  - 춘분날(추분날): 태양의 적위가  $0^{\circ}$ 이고, 태양이 천구의 적도에 위치하여 정동쪽에서 떠서 정서쪽으로 진다. 낮과 밤의 길이가 같다.
  - 하짓날: 태양의 적위가  $+23.5^{\circ}$ 이고 1년 중 남중 고도가 가장 높다. 태양이 북동쪽에서 떠서 북서쪽으로 지며, 1년 중 낮의 길이가 가장 길다.
  - 동짓날: 태양의 적위가  $-23.5^{\circ}$ 이고 1년 중 남중 고도가 가장 낮다. 태양이 남동쪽에서 떠서 남서쪽으로 지며, 1년 중 낮의 길이가 가장 짧다.





구분	시기	태양의 적경	태양의 적위
춘분	3월 21일경	0 <sup>h</sup>	0°
하지	6월 22일경	6 <sup>h</sup>	+23.5°
추분	9월 23일경	12 <sup>h</sup>	0°
동지	12월 22일경	18 <sup>h</sup>	-23.5°

절기에 따른 태양의 적경, 적위 변화

## 2 행성의 겉보기 운동

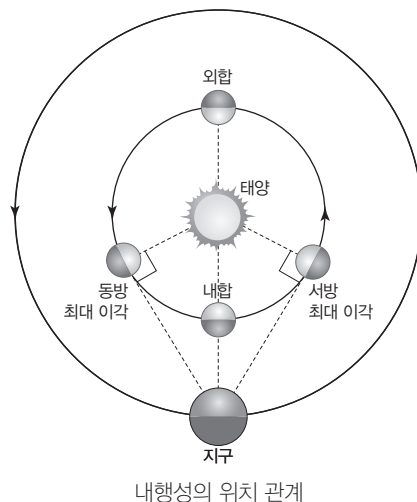
(1) 행성의 겉보기 운동: 행성의 적경과 적위가 시간에 따라 변하면서 행성이 천구상에서 별들 사이를 매우 불규칙하고 복잡하게 움직이는 현상이다.

- ① 순행: 행성이 배경별에 대해 서쪽에서 동쪽으로 움직이는 겉보기 운동이다.
  - ➔ 행성의 적경이 증가한다.
- ② 역행: 행성이 배경별에 대해 동쪽에서 서쪽으로 움직이는 겉보기 운동이다.
  - ➔ 행성의 적경이 감소한다.
- ③ 유: 순행에서 역행으로, 또는 역행에서 순행으로 이동 방향이 바뀔 때 행성이 정지한 것처럼 보이는 시기이다.
- ④ 행성의 움직임은 순행 → 유 → 역행 → 유 → 순행이 계속 반복되며 나타난다.

## (2) 내행성의 위치와 겉보기 운동

### ① 내행성의 위치 관계

- 내합: 태양-내행성-지구의 순으로 놓여 내행성의 이각이 0°일 때
- 외합: 내행성-태양-지구의 순으로 놓여 내행성의 이각이 0°일 때
- 최대 이각: 내행성의 이각이 가장 클 때로 내행성이 태양의 동쪽에 위치하면 동방 최대 이각, 태양의 서쪽에 위치하면 서방 최대 이각이라고 한다.
  - 수성의 최대 이각: 약 18°~28°
  - 금성의 최대 이각: 약 48°



## 개념 체크

- **내행성:** 수성과 금성처럼 지구 공전 궤도보다 안쪽에서 공전하는 행성
- **외행성:** 화성, 목성, 토성, 천왕성, 해왕성처럼 지구 공전 궤도보다 바깥쪽에서 공전하는 행성
- **이각:** 태양-지구-천체 사이의 각

1. 순행은 행성이 배경별에 대해 ( )쪽에서 ( )쪽으로 움직이는 겉보기 운동으로, 행성의 적경이 ( )한다.
2. 행성의 움직임은 순행 → ( ) → 역행 → 유 → ( )이 계속 반복되며 나타난다.
3. 내합은 태양 - ( ) - ( ) 순으로 놓여 내행성의 이각이 ( )일 때의 위치이다.
4. 내행성이 태양의 동쪽에 위치하면서 이각이 가장 클 때를 ( )이라고 한다.

### 정답

1. 서, 동, 증가
2. 유, 순행
3. 내행성, 지구, 0
4. 동방 최대 이각

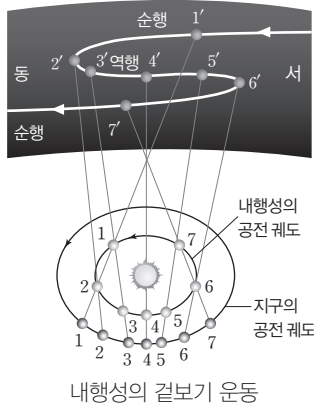
개념 체크

● **행성의 공전 속도:** 태양계 행성들의 공전 속도는 태양에 가까울수록 빠르다. 따라서 내행성의 공전 속도는 지구보다 빠르며, 외행성의 공전 속도는 지구보다 느리다.

1. 내행성이 태양보다 서쪽에 위치할 때는 ( )에 ( )쪽 하늘에서 관측할 수 있다.
2. 내행성은 지구와의 거리가 가까울수록 시지름이 ( )다.
3. 내행성의 위치 관계가 ( )이나 ( )일 때는 태양과 함께 뜨고 지므로 관측하기 어렵다.
4. 내행성이 동방 최대 이각에 위치할 때는 ( ) 모양으로, 서방 최대 이각에 위치할 때는 ( ) 모양으로 관측된다.
5. 내행성은 지구보다 공전 속도가 ( )므로, ( )부근에서 역행한다.

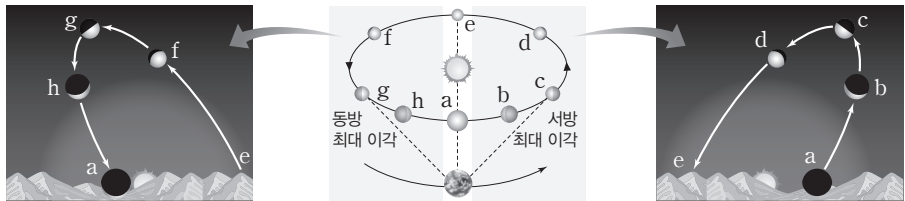
② 내행성의 관측

- 지구 공전 궤도의 안쪽에서 공전하므로 태양과 이루는 이각이 일정한 각도 이상 커지지 못해 항상 태양 근처에서만 관측된다.
- 태양보다 서쪽에 위치할 때는 새벽에 동쪽 하늘에서 관측할 수 있고, 태양보다 동쪽에 위치할 때는 초저녁에 서쪽 하늘에서 관측할 수 있다.
- 지구와의 거리가 가까울수록 크게 관측된다. 겉보기 크기(시지름)는 내합 부근에서 가장 크고, 외합 부근에서 가장 작다.
- 내행성의 위상은 외합 부근에서 보름달 모양, 동방 최대 이각에서 상현달 모양, 서방 최대 이각에서 하현달 모양이다.
- 외합과 내합에 위치할 때는 태양과 함께 뜨고 지므로 관측하기 어렵다.
- 내행성은 지구보다 공전 속도가 빠르므로 지구와 가장 가까운 위치인 내합(4)을 전후하여 역행하며, 그 외 대부분의 공전 기간에는 순행한다. 지구와 내행성이 1 → 2로 이동하는 동안에는 순행(서 → 동)하고, 2 → 6으로 이동하는 동안에는 역행(동 → 서)하며, 6 → 7로 이동하는 동안에는 순행(서 → 동)한다.



위치 관계	태양과의 이각	위상	관측 시기	관측 가능 시간
내합	0°	삭	관측 어려움	-
서방 최대 이각	수성 약 18°~28°	하현	새벽	수성 약 1.8시간
	금성 약 48°			금성 약 3시간
외합	0°	망	관측 어려움	-
동방 최대 이각	수성 약 18°~28°	상현	초저녁	수성 약 1.8시간
	금성 약 48°			금성 약 3시간

과학 돋보기 | 내행성의 겉보기 운동



- 내행성의 위치 관계: a는 내합, c는 서방 최대 이각, e는 외합, g는 동방 최대 이각이다.
- 내합인 a에 위치할 때 내행성은 관측이 힘들며, c에 위치할 때 하현달 모양으로 관측된다. 외합인 e 부근에 위치할 때에는 보름달에 가까운 위상으로 관측된다. 내행성의 위치가 a에서 e로 변화함에 따라 지구로부터의 거리는 멀어지므로 시지름은 감소한다. 또한 태양보다 서쪽에 위치하여 새벽에 동쪽 하늘에서 관측 가능하다.
- 외합인 e 부근에서 보름달에 가까운 모양으로 관측되던 내행성은 g에서 상현달 모양으로 관측되며 내합인 a에 위치할 때는 관측이 어렵다. 내행성의 위치가 e에서 a로 변화함에 따라 지구로부터의 거리는 가까워지므로 시지름은 증가한다. 또한 태양보다 동쪽에 위치하여 초저녁에 서쪽 하늘에서 관측 가능하다.

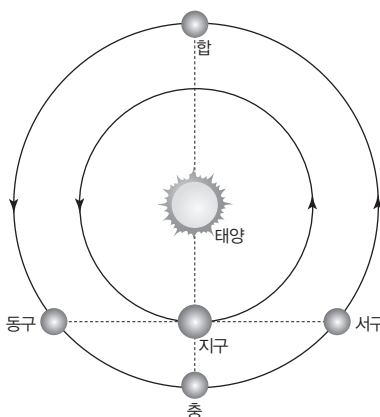
정답

1. 새벽, 동
2. 크
3. 내합, 외합
4. 상현달, 하현달
5. 빠르, 내합

### (3) 외행성의 위치와 겉보기 운동

#### ① 외행성의 위치 관계

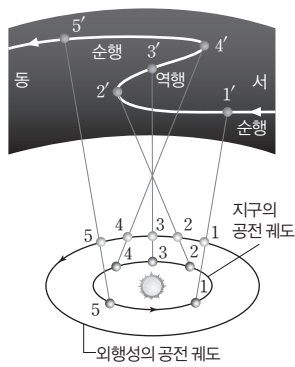
- 합: 외행성-태양-지구의 순으로 놓여 외행성의 이각이 0°일 때
- 충: 태양-지구-외행성의 순으로 놓여 외행성의 이각이 180°일 때
- 구: 외행성의 이각이 90°일 때로 외행성이 태양의 동쪽에 위치하면 동구, 태양의 서쪽에 위치하면 서구라고 한다.
- 위치 관계 변화 순서: 외행성은 지구보다 공전 속도가 느리므로 충 → 동구 → 합 → 서구의 순으로 위치 관계가 변한다.



외행성의 위치 관계

#### ② 외행성의 관측

- 충에 위치할 때: 행성이 태양의 정반대 방향에 위치하므로 해가 질 무렵에 떠서 해가 뜰 무렵에 지며, 자정 무렵에는 남쪽 하늘에서 관측할 수 있다. ➔ 충 부근에 위치할 때는 지구로부터의 거리가 가장 가까우므로 시지름이 최대이고, 가장 밝게 관측된다.
- 구에 위치할 때: 서구에 위치할 때는 태양보다 약 6시간 먼저 뜨고 지므로 자정부터 새벽까지 관측된다. 동구에 위치할 때는 태양보다 약 6시간 늦게 뜨고 지므로 초저녁부터 자정까지 관측된다.
- 합에 위치할 때: 태양과 함께 뜨고 지므로 관측하기 어렵다.
- 외행성의 위상: 지구에서 관측할 때 외행성은 항상 반달보다 큰 위상으로 관측된다.



외행성의 겉보기 운동

- 외행성은 지구보다 공전 속도가 느리므로, 지구와 외행성이 1 → 2로 이동하는 동안에는 순행(서 → 동)하고, 2 → 4로 이동하는 동안에는 역행(동 → 서)하며, 4 → 5로 이동하는 동안에는 순행(서 → 동)한다. 외행성은 공전하는 동안 대부분 순행하고, 충인 3 부근에 있을 때 역행한다.
- 외행성이 뜨고 지는 시각 변화: 시간이 지남에 따라 외행성이 뜨고 지는 시각은 그 전날에 비해 항상 빨라진다.

### 개념 체크

● 충: 외행성이 태양의 정반대 방향에 위치할 때 지구로부터 가장 가까운 거리에 위치한다. 시지름이 가장 크고 보름달 모양으로 관측되며 가장 밝게 보인다. 또한 태양의 정반대 방향에 위치하여 관측 가능한 시간이 가장 길다. 외행성은 충 부근에서 역행한다.

1. 합은 외행성-( )-( ) 순으로 놓여 외행성의 이각이 ( )일 때의 위치이다.
2. 합에 위치한 외행성은 ( )를 지나 점차 충에 가까워진다.
3. 구에 위치한 외행성은 태양과의 이각이 ( )이며, 태양보다 6시간 먼저 뜨는 외행성은 ( )에 위치한다.
4. 외행성은 ( ) 부근을 지날 때 역행한다.

위치 관계	태양과의 이각	위상	관측 시기	관측 가능 시간
충	180°	망	초저녁 ~ 새벽	약 12시간
동구	90°	상현 ~ 망 사이	초저녁 ~ 자정	약 6시간
합	0°	망	관측 어려움	-
서구	90°	망 ~ 하현 사이	자정 ~ 새벽	약 6시간

#### 정답

1. 태양, 지구, 0
2. 서구
3. 90, 서구
4. 충

개념 체크

- **내행성 관측:** 내행성이 태양보다 먼저 지면 서방 이각에, 태양보다 나중에 지면 동방 이각에 위치한다.
- **외행성 관측:** 외행성이 일출 때 지나 일몰 때 뜨면 충 부근에 위치한다.

1. 역행하는 시기에 행성의 적경은 ( )한다.
2. 외행성이 태양과 동시에 뜰 때, 외행성은 ( )에 위치한다.
3. 내행성이 상현달 모양으로 관측되는 시기는 ( )에 위치할 때이다.

탐구자료 살펴보기 수성과 화성의 겉보기 운동

탐구 자료

표는 어느 해 수성과 화성의 적경과 적위를 나타낸 것이다.

날짜	수성		화성		날짜	수성		화성	
	적경(°)	적위(°)	적경(°)	적위(°)		적경(°)	적위(°)	적경(°)	적위(°)
1월 1일	18.8	-24.8	12.8	-2.6	6월 30일	5.6	18.7	13.1	-7.4
1월 21일	21.2	-18.0	13.3	-5.4	7월 20일	6.6	22.0	13.6	-11.4
2월 10일	22.2	-8.0	13.6	-7.3	8월 9일	9.3	17.7	14.3	-15.0
3월 2일	21.3	-13.8	13.8	-7.9	8월 29일	11.6	3.3	15.1	-18.9
3월 22일	22.5	-11.5	13.6	-7.1	9월 18일	13.2	-10.1	16.0	-22.1
4월 11일	0.4	-1.5	13.2	-4.9	10월 8일	13.9	-15.3	17.0	-24.3
5월 1일	2.9	16.9	12.8	-3.1	10월 28일	13.1	-5.2	18.1	-25.0
5월 21일	5.4	25.5	12.6	-2.9	11월 17일	14.7	-14.1	19.2	-23.9
6월 10일	6.2	22.3	12.7	-4.5	12월 7일	16.8	-23.3	20.3	-21.2

자료 분석

1. 이 기간 동안 수성이 역행하는 기간은 몇 번 나타났는가?
  - ➔ 수성이 역행할 때 적경은 감소하며, 적위가 감소하는 기간은 2월 말, 6월 말, 10월 말 총 3번 나타난다.
2. 이 기간 동안 화성이 지구에 가장 가까웠던 시기는 언제인가?
  - ➔ 화성은 충에 위치할 때 지구와의 거리가 가장 가까우며 역행한다. 표에서 화성이 역행하는 시기는 적경이 감소하는 3월 초부터 5월 말까지이며, 충은 이 기간의 중간쯤인 대략 4월 중순 무렵이다.

분석 point

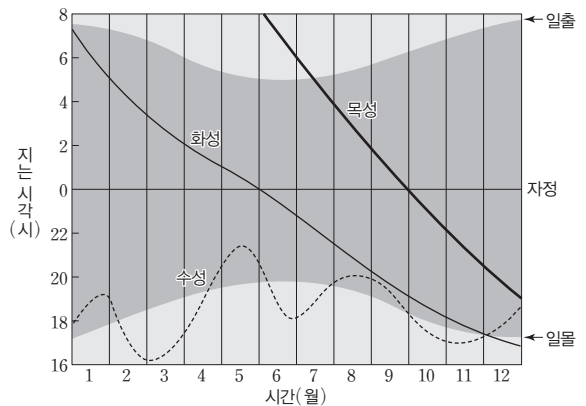
1. 행성의 적경이 증가하는 시기에는 순행하며, 적경이 감소하는 시기에는 역행한다.
2. 내행성은 내합 부근에서 역행하며, 외행성은 충 부근에서 역행한다.



과학 돋보기 | 행성의 관측

그림은 어느 해 수성, 화성, 목성이 지는 시각을 나타낸 것이다.

- 수성은 1월에 태양보다 늦게 지므로 동방 이각에 위치한다. 3월에는 태양보다 일찍 지므로 서방 이각에 위치한다. 수성은 2월 초순과 6월 초순에 각각 내합을 지난다. 따라서 수성의 회합 주기는 약 4개월이다.
- 화성은 1월 초순에, 목성은 7월 중순에 태양이 뜰 무렵에 진다. 따라서 이 시기에 화성과 목성은 충(태양의 반대 방향) 부근에 위치하므로 겉보기 밝기가 가장 밝고 관측 가능한 시간도 가장 길다.
- 화성은 5월 말에, 목성은 9월 말에 자정 무렵에 진다. 따라서 이 시기에 동구 부근에 위치한다.



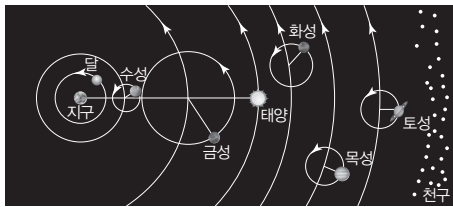
정답

1. 감소
2. 합
3. 동방 최대 이각

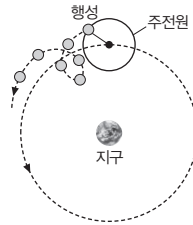
### 3 우주관의 변천

#### (1) 프톨레마이오스의 지구 중심설(천동설)

- ① 지구는 우주의 중심에 고정되어 있고, 지구로부터 달, 수성, 금성, 태양, 화성, 목성, 토성의 순으로 각각 원 궤도를 그리며 지구 주위를 공전하고 있다는 태양계 모형이다.
- ② 행성들은 자기 궤도상에 중심을 두고 있는 작은 주전원을 돌며, 주전원의 중심이 지구 주위를 돈다. ➔ 행성의 역행을 설명
- ③ 수성과 금성의 주전원 중심은 항상 지구와 태양을 잇는 선 위에 위치한다. ➔ 수성과 금성이 태양으로부터 일정한 각도 안에서만 관측되어 새벽이나 초저녁에만 관측되는 현상을 설명



프톨레마이오스의 지구 중심설



행성의 순행과 역행

#### (2) 코페르니쿠스의 태양 중심설(지동설)

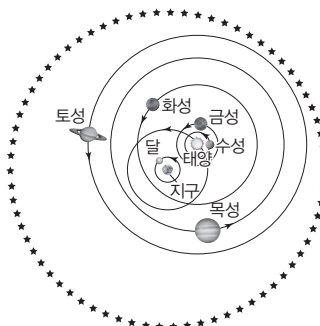
- ① 태양을 중심으로 수성, 금성, 지구, 화성, 목성, 토성이 원 궤도로 공전한다는 모형이다.
- ② 행성의 공전 속도는 태양으로부터 멀어질수록 느려진다. ➔ 주전원 없이 행성의 역행을 간단히 설명
- ③ 수성과 금성은 지구보다 안쪽 궤도에서 공전한다. ➔ 수성과 금성의 최대 이각 설명
- ④ 지구는 하루를 주기로 자전하며, 달은 지구를 중심으로 공전한다.



코페르니쿠스의 태양 중심설

#### (3) 티코 브라헤의 지구 중심설

- ① 태양 중심설의 증거인 별의 연주 시차를 측정하기 위해 노력하였으나 연주 시차가 매우 작아 측정에 실패하였다. 그 후 지구가 공전한다는 태양 중심설을 포기하고 자신만의 태양계 모형을 주장하였다.
- ② 지구는 우주의 중심이고, 달과 태양은 지구를 중심으로 공전하며, 수성, 금성, 화성, 목성, 토성은 태양을 중심으로 공전한다.
- ③ 주전원 없이 두 개의 회전 중심이 있는 태양계 모형으로 내행성의 최대 이각 및 행성의 역행을 설명하였다.



티코 브라헤의 지구 중심설

#### 개념 체크

- **프톨레마이오스의 지구 중심설:** 행성들 가장 바깥의 천구는 별들이 놓여 있는 항성구로, 천구의 북극을 축으로 동쪽에서 서쪽으로 하루에 한 바퀴 회전하는 일주 운동을 한다.
- **연주 시차:** 어떤 천체를 1년 동안 관측하였을 때 지구의 공전에 의해 생기는 시차의 1/2이다.

1. 프톨레마이오스의 지구 중심설에서 우주의 중심은 ( )이며, 가장 안쪽 궤도에는 ( )이 공전한다.
2. 주전원은 행성의 ( )을 설명하기 위해 도입되었다.
3. ( )과 ( )의 주전원 중심은 항상 지구와 태양을 잇는 선 위에 위치한다.
4. 코페르니쿠스의 태양 중심설에서 행성들은 태양을 ( ) 궤도로 공전한다.
5. 코페르니쿠스의 태양 중심설에서 행성의 역행은 ( )의 차이로 설명한다.
6. 티코 브라헤의 태양계 모형에서 우주의 중심은 ( )이다.
7. 티코 브라헤는 코페르니쿠스의 태양 중심설의 증거인 ( )를 측정하지 못해 태양 중심설을 포기하였다.

#### 정답

1. 지구, 달
2. 역행
3. 수성, 금성
4. 원
5. 공전 속도
6. 지구
7. 연주 시차

개념 체크

● **목성의 위성 관측:** 갈릴레오는 18개월 동안 목성을 관측하여 목성 주위에 있는 4개 천체의 위치가 규칙적으로 변하는 것을 발견하였다.

1. 목성 주위에서 위치가 규칙적으로 변하는 천체는 ( )를 중심으로 돌지 않는 목성의 ( )이다.

2. 갈릴레오는 망원경을 이용하여 금성의 ( )과 ( )이 변하는 것을 관측하였다.

3. 프톨레마이오스의 지구 중심설로는 금성이 ( ) 모양으로 관측되는 현상을 설명할 수 없다.

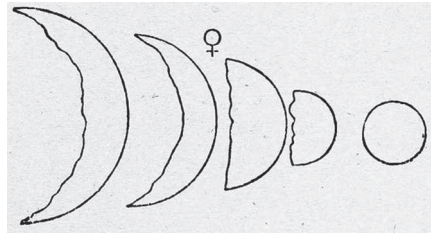
4. 금성의 시지름 변화는 프톨레마이오스의 지구 중심설에서보다 코페르니쿠스의 태양 중심설에서 더 ( )게 나타난다.

(4) **갈릴레이의 관측과 우주관의 확립:** 갈릴레이는 직접 만든 망원경으로 밤하늘을 관측하여 지구 중심설로는 설명할 수 없는 다양한 사실을 발견하였다.

- ① **목성 위성의 위치 변화 관측:** 목성 주위를 공전하는 위성이 있다는 것은 모든 천체가 지구를 중심으로 돈다고 설명한 지구 중심설로는 설명되지 않는다.
- ② **보름달 모양의 금성 위상 관측:** 보름달 모양의 금성이 관측되기 위해서는 금성이 태양의 뒤쪽에 위치해야 하는데, 금성이 태양과 지구 사이의 주전원에서만 공전하는 지구 중심설로는 설명되지 않는다.
- ③ **금성의 시지름 변화:** 금성의 시지름 변화가 프톨레마이오스의 지구 중심설로는 설명할 수 없을 만큼 크게 관측된다.

Observations of Venus

2. 27. 1610	○ * *
3. 1. 1610	** ○ *
3. 2. 1610	○ * *
3. 14. 1610	* ○ *
4. 1. 1610	* ○ **
4. 1. 1610	** ○ *
8. 1. 1610	** ○ *
10. 1. 1610	** * ○ *
10. 1. 1610	* * * ○ *
11. 1. 1610	* * * ○ *
12. 1. 1610	* * * ○ *
13. 1. 1610	* * * ○ *
14. 1. 1610	* * * ○ *



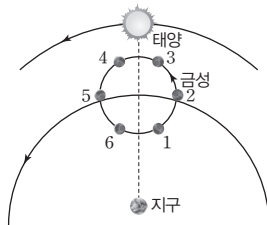
갈릴레이가 관측한 목성 위성의 위치 변화

갈릴레이가 관측한 금성의 위상과 시지름 변화

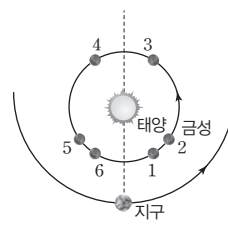
탐구자료 살펴보기 **금성의 위상 변화**

탐구 과정

그림 (가)와 (나)에서 금성의 위상과 시지름이 어떻게 나타날지 알아보자.



(가) 프톨레마이오스의 지구 중심설



(나) 코페르니쿠스의 태양 중심설

탐구 결과

- 1. (가)에서 금성이 1 → 3으로 주전원을 도는 동안 시지름은 어떻게 변하는가?  
 ➔ 금성이 1 → 3으로 주전원을 도는 동안 지구로부터의 거리가 점차 멀어지고 있으므로 금성의 시지름은 작아진다.
- 2. (나)에서 금성이 4 → 6으로 공전하는 동안 위상은 어떻게 변하는가?  
 ➔ 4는 태양 반대편 부근에 위치하므로 보름달에 가까운 모양으로 관측되며, 동방 최대 이각 부근인 5에서는 상현달에 가까운 모양, 6에서는 초승달에 가까운 모양으로 관측되어 위상은 점차 작아진다.
- 3. (가)와 (나)에서 금성의 시지름 변화는 어떻게 나타나는가?  
 ➔ 지구와 금성 사이의 거리 변화는 (가)보다 (나)에서 크게 나타나므로, 금성의 시지름 변화 또한 (가)보다 (나)에서 크게 나타난다.

분석 point

- 1. 금성의 시지름은 지구와의 거리가 가까울수록 크다.
- 2. 금성의 보름달 모양의 위상은 금성이 태양 반대편, 즉 외할 부근에 위치할 때 관측 가능하며, (가)의 지구 중심설에서는 보름달 모양의 금성이 나타나지 않는다.
- 3. 갈릴레이가 관측한 금성의 시지름 변화는 프톨레마이오스의 우주관으로는 설명할 수 없을 만큼 크다.

정답

- 1. 지구, 위성
- 2. 시지름, 위상
- 3. 보름달
- 4. 크

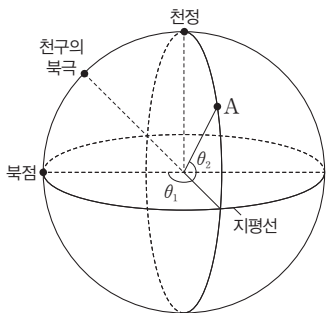
**01** 다음은 어느 지역에서 적위가  $+30^\circ$ 인 별을 관측한 결과이다. [23030-0209]

- 남중 고도는  $80^\circ$ 이다.
- 경도가  $15^\circ\text{E}$ 인 지역보다 8시간 나중에 남중하였다.

이 지역의 위도와 경도로 가장 적절한 것은?

- | 위도                   | 경도                  | 위도                   | 경도                  |
|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| ① $40^\circ\text{N}$ | $105^\circ\text{E}$ | ② $40^\circ\text{N}$ | $105^\circ\text{W}$ |
| ③ $40^\circ\text{N}$ | $135^\circ\text{E}$ | ④ $50^\circ\text{N}$ | $105^\circ\text{W}$ |
| ⑤ $50^\circ\text{N}$ | $135^\circ\text{W}$ |                      |                     |

**02** 그림은 어느 지역에서 관측한 별 A의 위치를 천구상에 나타낸 것이다. [23030-0210]

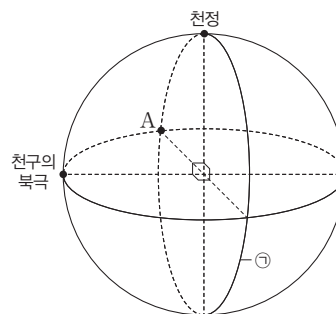


A에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 방위각은 북점을 기준으로 측정한다.)

- 보기
- ㄱ. 현재 방위각은  $(360 - \theta_1)^\circ$ 이다.
  - ㄴ. 관측 장소의 위도와 경도가 달라져도  $\theta_1$ 과  $\theta_2$ 는 변하지 않는다.
  - ㄷ. 1시간 후에  $\theta_2$ 는 현재보다 커진다.

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

**03** 그림은 어느 지역에서 천구의 기준점 A와 기준선 ㉠을 나타낸 것이다. [23030-0211]

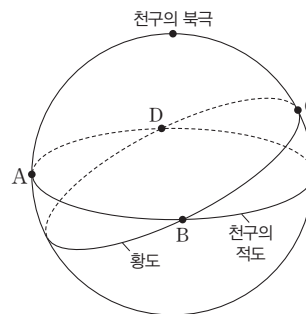


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 관측 지점은 적도에 위치한다.
  - ㄴ. A는 서점이다.
  - ㄷ. ㉠은 수직권인 동시에 천구의 적도이다.

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

**04** 그림은 별 A~D의 위치를 천구상에 나타낸 것이다. [23030-0212]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. A의 적위는  $+23.5^\circ$ 이다.
  - ㄴ. 적경은 A가 D보다 크다.
  - ㄷ. 우리나라에서 관측할 때 남중 고도는 B가 C보다 낮다.

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

**05** 표는 우리나라에서 A, B 두 시기에 태양이 지는 순간의 방위각을 나타낸 것이다. A 시기와 B 시기는 각각 2월과 5월 중 하나이다.

시기	방위각
A	255°
B	294°

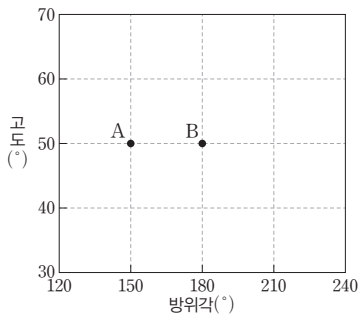
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 방위각은 북점을 기준으로 측정한다.)

보기

ㄱ. A 시기는 2월이다.  
 ㄴ. 태양의 적경은 A 시기가 B 시기보다 크다.  
 ㄷ. 태양은 A 시기가 B 시기보다 늦게 뜬다.

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

**06** 그림은 적위가 0°인 별 S를 북반구의 두 지점 A와 B에서 동시에 관측한 결과를 나타낸 것이다.



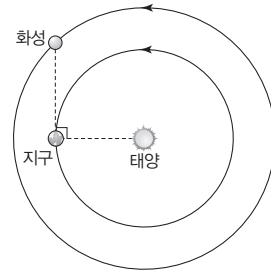
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 방위각은 북점을 기준으로 측정한다.)

보기

ㄱ. A는 B보다 서쪽에 위치한다.  
 ㄴ. A의 위도는 40°N보다 높다.  
 ㄷ. S가 지평선 위에 떠 있는 시간은 A가 B보다 짧다.

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

**07** 그림은 어느 해 하짓날 태양, 지구, 화성의 상대적 위치를 나타낸 것이다.



화성에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 동구에 위치한다.  
 ㄴ. 적경은 약 0°이다.  
 ㄷ. 다음 날 적위는 이날보다 작아진다.

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

**08** 그림 (가), (나), (다)는 어느 해 우리나라에서 한 달 간격으로 관측한 금성의 위상을 순서 없이 나타낸 것이다.



금성에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가), (나), (다)는 서로 다른 배율로 관측한 것이다.)

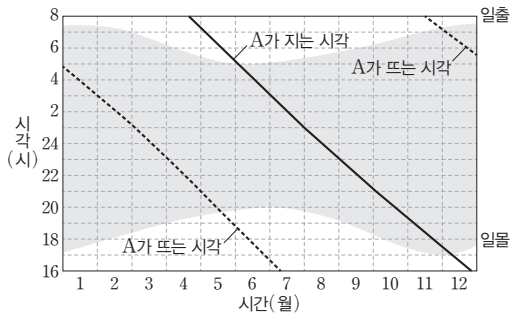
보기

ㄱ. 관측 순서는 (다) → (나) → (가)이다.  
 ㄴ. 동일한 배율로 관측할 때 시지름은 (가)가 (나)보다 작다.  
 ㄷ. (가), (나), (다) 모두 동쪽 하늘에서 관측된다.

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



**09** [23030-0217] 그림은 어느 해 우리나라에서 행성 A가 뜨는 시각과 지는 시각을 나타낸 것이다.



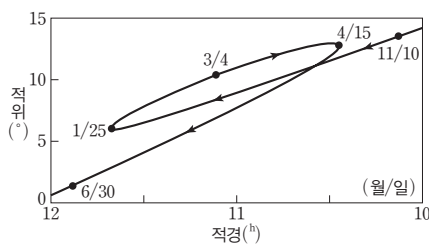
A에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 내행성이다.
- ㄴ. 1월 15일 해가 뜰 무렵에 남동쪽 하늘에서 관측된다.
- ㄷ. 8월 15일에 적경은 증가한다.

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

**10** [23030-0218] 그림은 어느 해 11월부터 다음 해 6월까지 어느 행성의 적경과 적위의 변화를 나타낸 것이다.



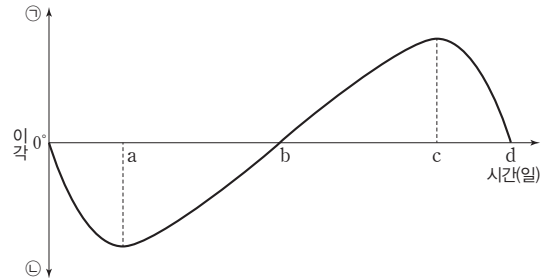
이 행성에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 공전 주기가 1년보다 길다.
- ㄴ. 1월 25일보다 3월 4일에 밝게 관측된다.
- ㄷ. 6월 30일 해가 뜰 무렵에 서쪽 하늘에서 관측된다.

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

**11** [23030-0219] 그림은 우리나라에서 일정 기간 동안 관측한 금성의 이각 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 동방 이각과 서방 이각 중 하나이다.



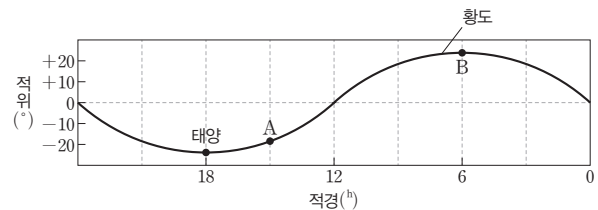
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 동방 이각이다.
- ㄴ. 금성의 회합 주기는  $4(b-a)$ 일이다.
- ㄷ. 초승달 모양의 금성은  $c \sim d$  사이에 관측된다.

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

**12** [23030-0220] 그림은 어느 날 우리나라에서 관측한 태양과 행성 A, B의 적경과 적위를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 금성과 목성 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

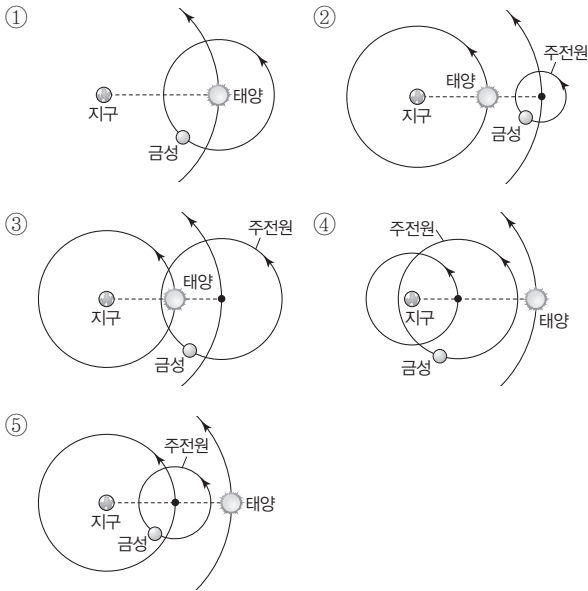
보기

- ㄱ. A는 금성이다.
- ㄴ. 이날 A는 동방 최대 이각 부근에 위치한다.
- ㄷ. 다음 날 (태양의 적경-B의 적경)은  $12^{\circ}$ 보다 작다.

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

13 금성의 운동을 프톨레마이오스의 우주관으로 나타낸 것 중 가장 적절한 것은?

[23030-0221]



14 다음은 티코 브라헤의 우주관에서 태양계 천체들의 운동을 설명한 것이다.

[23030-0222]

- 달과 (㉠)은 지구 둘레를 공전한다.
- 금성과 화성은 태양 둘레를 공전한다.

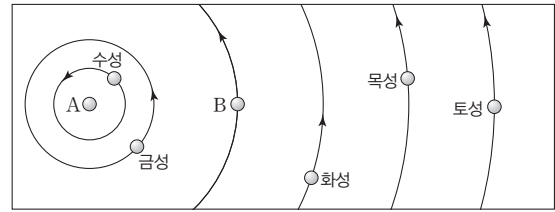
이 우주관에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 태양은 ㉠에 해당한다.
  - ㄴ. 금성이 보름달 모양으로 관측되는 현상을 설명할 수 없다.
  - ㄷ. 공전 궤도 반지름은 태양이 화성보다 크다.

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

15 그림은 태양과 행성들의 운동을 코페르니쿠스의 우주관으로 나타낸 것이다.

[23030-0223]



이 우주관에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. A는 태양이다.
  - ㄴ. B는 월 궤도로 공전한다.
  - ㄷ. 별의 연주 시차가 나타나는 원리를 설명할 수 있다.

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

16 다음은 갈릴레이가 망원경을 이용하여 금성과 목성을 관측한 내용이다.

[23030-0224]

- ㉠ 목성 둘레를 공전하고 있는 4개의 위성을 발견하였으며, ㉡ 보름달에 가까운 모양의 금성과 ㉢ 금성의 시지를 변화를 관측하였다.

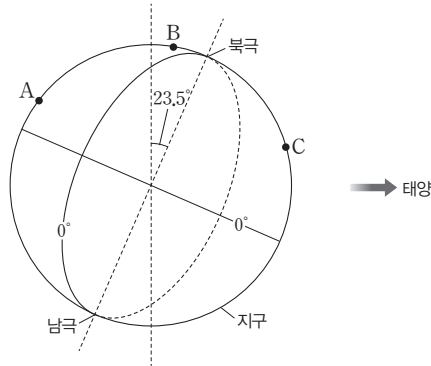
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. ㉠은 티코 브라헤의 우주관에서 그 존재를 설명하였다.
  - ㄴ. ㉡은 프톨레마이오스의 우주관으로 설명할 수 있다.
  - ㄷ. ㉢은 프톨레마이오스의 우주관에서보다 갈릴레이가 관측한 결과에서 크게 나타난다.

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

01 그림은 위도와 경도가 각각  $0^\circ$ 인 위선과 경선을 나타낸 것이다. 경도가  $0^\circ$ 인 경선과 A를 지나는 경선이 이루는 각은  $45^\circ$ 이다.

[23030-0225]



위도는 적도를 기준으로 어떤 위치를 지나는 위선이 이루는 각을 북위와 남위로  $90^\circ$ 까지 나타내며, 경도는 그리니치 천문대를 지나는 경선을 기준으로 어떤 위치를 지나는 경선이 이루는 각을 동경과 서경으로  $180^\circ$ 까지 나타낸다.

세 지점 A, B, C에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

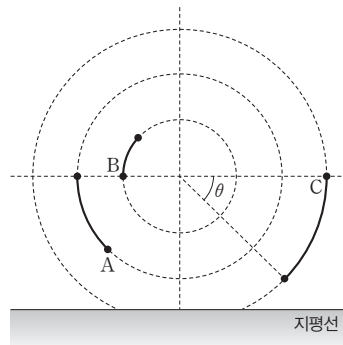
보기

- ㄱ. 위도는 A가 C보다 높다.
- ㄴ. C의 경도는  $135^\circ\text{E}$ 이다.
- ㄷ. B와 C의 시각 차는 12시간이다.

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

02 그림은  $43^\circ\text{N}$ 인 지역에서 어느 날 22시부터 3시간 동안 관측한 세 별 A, B, C의 일주 운동 궤적을 나타낸 것이다.

[23030-0226]



북극성 부근에 있는 별들은 천구의 북극을 중심으로 시계 반대 방향으로 1시간에 약  $15^\circ$ 씩 일주 운동을 한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ.  $\theta$ 는 약  $45^\circ$ 이다.
- ㄴ. 하루 중 최대 고도는 A가 B보다 높다.
- ㄷ. 19시에 C는 관측되지 않는다.

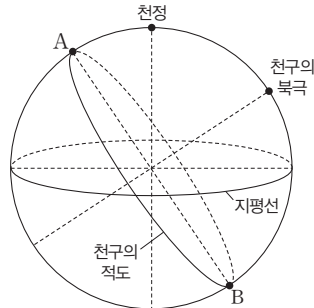
- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

A와 B는 모두 천구의 적도에 위치하므로 적위가 0°이며, 동짓날 태양의 적경은 18°이다.

남중 고도 = (90° - 위도 + 적위)이며, 북반구에서 같은 날 같은 천체를 서로 다른 지역에서 관측할 경우 위도가 높을수록 남중 고도는 낮아진다.

03 그림은 37.5°N인 지역에서 어느 해 동짓날 자정에 관측한 별 A와 B의 위치를 천구상에 나타낸 것이다.

[23030-0227]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (단, 방위각은 북점을 기준으로 측정한다.)

보기

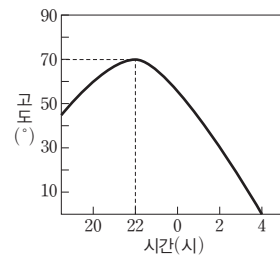
- ㄱ. 현재 태양은 천정과 B 사이의 자오선상에 위치한다.
- ㄴ. 이날 A의 남중 고도는 52.5°이다.
- ㄷ. 45일 후 자정에 A는 남동쪽 하늘에서 관측된다.

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

04 표는 두 지역 A와 B의 위도와 경도를, 그림은 A에서 어느 날 저녁부터 다음 날 새벽까지 관측한 별 S의 고도 변화를 나타낸 것이다.

[23030-0228]

지역	위도(°N)	경도(°W)
A	20	135
B	75	105



B에서 관측할 때, S에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (단, 시각은 각 지역의 경도에 따른 표준시를 사용한다.)

보기

- ㄱ. 약 0시에 남중한다.
- ㄴ. 남중 고도는 15°이다.
- ㄷ. 지평선 아래로 지지 않는다.

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

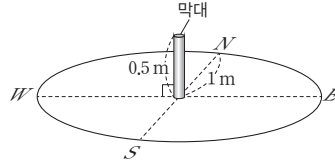
**05** 다음은 어느 지역에서 태양의 움직임을 알아보기 위해 실시한 탐구 활동을 나타낸 것이다.

[23030-0229]

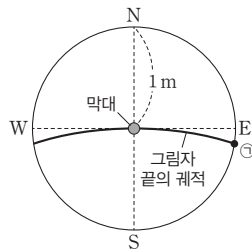
[탐구 과정]

(가) 반지름이 1 m인 종이 원판의 중심에 길이 0.5 m인 막대를 수직으로 세우고, 나침반을 이용하여 원판 주변에 방위 표시를 한다.

(나) 하룻날 1시간 간격으로 막대 그림자 끝의 위치를 원판 위에 표시하여 그림자 끝의 궤적을 그린다.



[탐구 결과]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

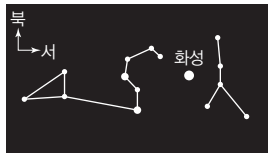
【 보기 】

- ㄱ. 이날 태양의 남중 고도는  $90^\circ$ 이다.
- ㄴ. 이 지역의 위도는  $23.5^\circ\text{N}$ 이다.
- ㄷ. ㉠은 태양이 지는 순간의 막대 그림자 끝의 위치이다.

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

**06** 그림 (가), (나), (다)는 우리나라에서 15일 간격으로 같은 시각에 관측한 일부 별자리와 화성의 위치를 시간 순서대로 나타낸 것이다.

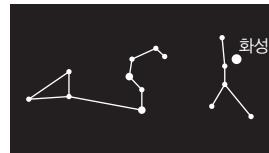
[23030-0230]



(가)



(나)



(다)

이 기간 동안 화성에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

【 보기 】

- ㄱ. 적경이 감소하는 시기가 있다.
- ㄴ. 해가 질 무렵에 남쪽 하늘에서 관측된다.
- ㄷ. 화성의 공전 궤도 긴반지름이 현재보다 커지면 회합 주기는 증가한다.

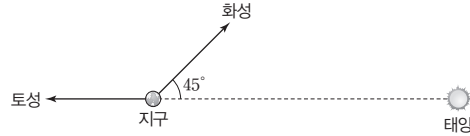
- ① ㄱ                      ② ㄴ                      ③ ㄱ, ㄷ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

막대 그림자는 태양의 반대 방향으로 생기며, 태양의 고도가 높을수록 짧다.

외행성은 충 부근에서 역행하며 적경이 감소한다.

춘분날 태양의 반대쪽에 있는 토성은 춘분점 부근에 위치하며, 태양을 기준으로 동쪽으로 45° 방향에 있는 화성은 춘분점과 하지점 사이에 위치한다.

07 [23030-0231] 그림은 어느 해 춘분날에 지구에서 토성과 화성이 관측되는 방향을 나타낸 것이다. 이날 적경은 토성이 화성보다 크다.



우리나라에서 관측할 때에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 화성은 상현달 모양으로 관측된다.
- ㄴ. 남중 고도는 토성이 화성보다 높다.
- ㄷ. 다음 날 토성의 관측 방향과 화성의 관측 방향이 이루는 각은 135°보다 작다.

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

금성이 동방 최대 이각 → 내합 → 서방 최대 이각으로 위치가 변하는 데 걸리는 시간은 서방 최대 이각 → 외합 → 동방 최대 이각으로 위치가 변하는 데 걸리는 시간보다 짧다.

08 [23030-0232] 다음은 금성의 겉보기 운동에 대한 설명이다.

금성이 ( ⊕ ) 최대 이각에서 ( ⊙ ) 최대 이각으로 위치가 변하는 데 걸리는 시간은 약 5개월이고, ( ⊙ ) 최대 이각에서 ( ⊕ ) 최대 이각으로 위치가 변하는 데 걸리는 시간은 약 15개월이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. '동방'은 ⊕으로 적절하다.
- ㄴ. 금성의 공전 주기는 약 20개월이다.
- ㄷ. 금성은 ( ⊕ ) 최대 이각에서 ( ⊙ ) 최대 이각으로 위치가 변하는 기간 동안 역행하는 시기가 있다.

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

**09** 표는 어느 해 하짓날에 북반구에서 관측한 별 A와 화성의 하루 중 최대 고도일 때의 시각 및 고도를 나타낸 것이다. 이 지역에서 A는 남동쪽에서 뜬다.

[23030-0233]

구분	최대 고도일 때의 시각(시)	최대 고도(°)
A	4	70
화성	0	50

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 화성의 공전 궤도면은 황도면과 일치한다.)

보기

- ㄱ. 관측 지역의 위도는 16.5°N이다.
- ㄴ. A의 적위는 -2.5°이다.
- ㄷ. 적경은 A가 화성보다 크다.

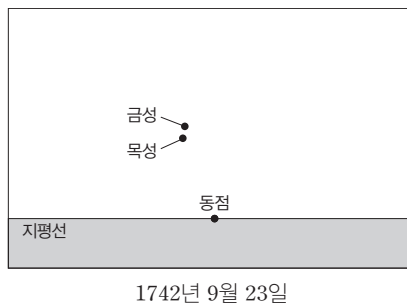
- ① ㄱ                      ② ㄴ                      ③ ㄱ, ㄷ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

하짓날 자정에 남중한 화성은 총 부근(동지점 부근)에 위치하므로 적경과 적위가 각각 18°, -23.5°이다.

**10** 다음은 조선 시대에 금성과 목성을 관측한 기록 일부와 금성의 특징을 정리한 것이다.

[23030-0234]

- 양력 1742년 9월 23일에 금성(太白)이 목성(歲星)을 범하였다(목성에 근접하였다).  
[중보문헌비고 상위고]
- 양력 1743년 7월 23일에 금성(金星)이 목성(木星)을 범하였다(목성에 근접하였다).  
[조선실록 43집]
- 금성의 공전 주기는 0.6년이다.
- 양력 1742년 9월 23일 태양을 기준으로 지구와 금성이 이루는 각은 약 120°이었다.



양력 9월 23일은 추분날 무렵으로 태양의 적경과 적위가 각각 약 12°와 약 0°이며, 금성과 목성이 근접하였을 때 동쪽 하늘에서 관측되면 새벽에 관측한 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 양력 1742년 9월 23일에 목성의 적경은 6°~12° 사이값이었다.
- ㄴ. 양력 1742년 9월 23일에 금성은 목성보다 남중 고도가 낮았다.
- ㄷ. 양력 1743년 7월 23일에 금성과 목성은 새벽에 관측되었다.

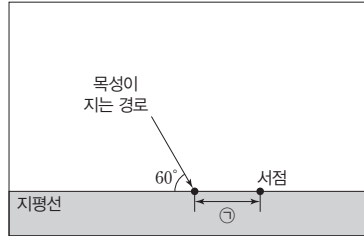
- ① ㄱ                      ② ㄴ                      ③ ㄱ, ㄷ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 태양계 행성의 공전 궤도면은 황도면과 거의 일치하므로 행성의 적경을 알면 적위를 추정할 수 있다.
- 천체가 지는 경로와 지평선이 이루는 각은 고위도로 갈수록 작아진다.

연주 시차는 어떤 천체를 1년 동안 관측하였을 때 지구의 공전에 의해 생기는 현상으로 지동설에서만 설명할 수 있다.

[23030-0235]

11 그림은 어느 날 북반구 어느 지역에서 목성이 지는 경로를 나타낸 것이다. 이날 목성은 적경이  $20^{\circ}$  이고, 자정에 진다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

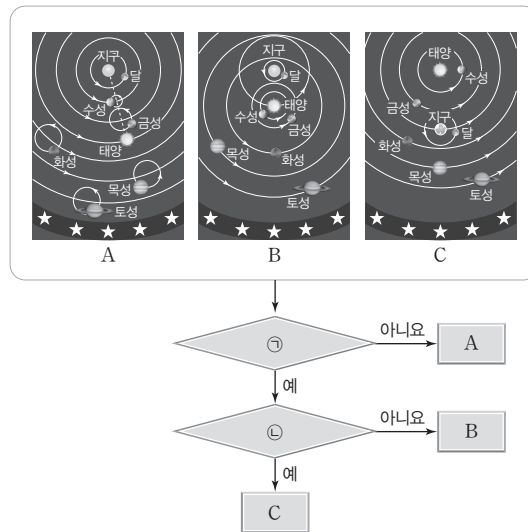
보기

ㄱ. 목성의 적위는  $0^{\circ}$ 보다 작다.  
 ㄴ. 다음 날 목성은 ㉠이 작아진다.  
 ㄷ. 목성이 지는 경로와 지평선이 이루는 각이  $65^{\circ}$ 인 지역에서 관측하면 ㉠은 작아진다.

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

[23030-0236]

12 그림은 세 우주관을 특징에 따라 구분하는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

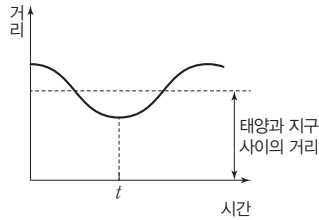
ㄱ. ‘계절에 따라 별자리가 바뀌는 현상을 설명할 수 있는가?’는 ㉠으로 적절하다.  
 ㄴ. ‘별의 연주 시차를 설명할 수 있는가?’는 ㉡으로 적절하다.  
 ㄷ. A와 B 모두에서 행성의 역행을 주전원을 이용하여 설명한다.

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



13 그림은 시간에 따른 지구와 행성 A 사이의 거리를 어느 우주관에 근거하여 나타낸 것이다. 이 우주관은 프톨레마이오스의 우주관과 티코 브라헤의 우주관 중 하나이다.

[23030-0237]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 이 우주관에서 A는 태양 둘레를 공전한다.
- ㄴ. A의 공전 궤도 반지름은 태양의 공전 궤도 반지름보다 짧다.
- ㄷ. t일 때 A는 적경이 감소한다.

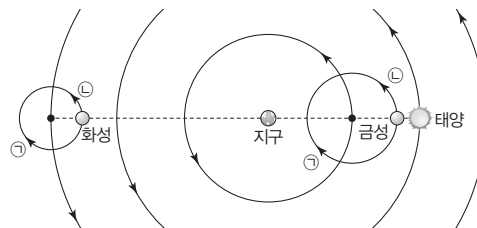
- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

지구와 A 사이의 거리가 주기적으로 태양과 지구 사이의 거리보다 멀어졌다가 가까워졌다 하는 현상은 티코 브라헤의 우주관으로 설명할 수 있다.

14 다음은 프톨레마이오스의 우주관에 대한 자료를 보고 학생들이 나눈 대화이다.

[23030-0238]

- $T_1$ : 금성의 주전원 중심이 지구 둘레를 회전하는 주기
- 금성 및 화성이 주전원을 회전하는 방향: ㉠ 또는 ㉡



현재 금성과 화성은 모두 역행하고 있어.

$T_1$ 은 1년이야.

금성 및 화성이 주전원을 회전하는 방향은 ㉠이야.



이 우주관에 대해 옳게 말한 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A      ② B      ③ A, C      ④ B, C      ⑤ A, B, C

금성의 주전원 중심이 지구 둘레를 회전하는 주기는 태양의 공전 주기(1년)와 같다.

개념 체크

● **회합 주기:** 행성의 공전 궤도는 공전 각속도가 일정한 원 궤도이며, 같은 평면에서 공전한다고 가정하고 계산한 것이다.

1. 회합 주기는 내행성이 내합에서 다음 ( )이 되는 데까지, 외행성이 합에서 다음 ( )이 되는 데까지 걸린 시간이다.
2. 행성의 공전 주기는 직접 측정이 어렵기 때문에 ( )를 이용하여 구한다.
3. 내행성의 공전 주기를  $P$ 라고 할 때, 내행성이 하루 동안 공전한 각도는 ( )이다.
4. 내행성과 지구가 하루 동안 공전한 각도의 차가 누적되어 ( )가 될 때까지 걸린 시간이 회합 주기이다.

1 행성의 공전 주기와 궤도 반지름

(1) 공전 주기

- ① 공전 주기: 행성이 태양 둘레를 한 바퀴 도는 데 걸리는 시간이다.
- ② 행성의 공전 주기 구하기: 지구는 다른 행성들과 함께 태양 둘레를 공전하고 있으므로 지구에서 직접 행성의 공전 주기를 측정하기 어렵다. 따라서 회합 주기를 이용하여 행성의 공전 주기를 구한다.

(2) 회합 주기

- ① 회합 주기: 내행성이 내합(또는 외합)에서 다음 내합(또는 외합)이 되는 데까지, 외행성이 충(또는 합)에서 다음 충(또는 합)이 되는 데까지 걸리는 시간이다.

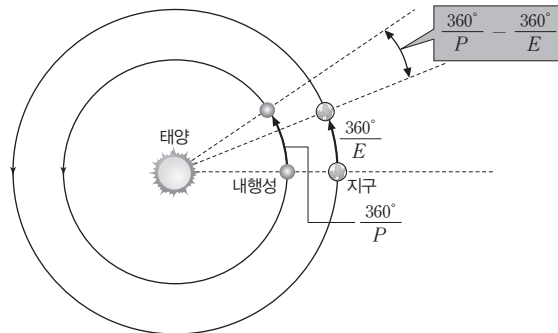
② 내행성의 회합 주기

- 내행성의 공전 주기를  $P$ , 지구의 공전 주기를  $E$ 라고 할 때, 하루 동안 내행성과 지구가 공전한 각도는 각각  $\frac{360^\circ}{P}$ 와  $\frac{360^\circ}{E}$ 이다. 내합에서 동시에 공전을 시작했을 때 내행성은 지구보다 하루에  $\left(\frac{360^\circ}{P} - \frac{360^\circ}{E}\right)$  만큼씩 앞서게 된다. 이 각도 차가 누적되어  $360^\circ$ 가 되면 내행성은 다시 내합에 위치하므로, 이 기간이 회합 주기( $S$ )가 된다.

$$\left(\frac{360^\circ}{P} - \frac{360^\circ}{E}\right) \times S = 360^\circ$$

- 내행성의 회합 주기( $S$ )와 공전 주기( $P$ ) 사이에는 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{P} - \frac{1}{E}$$



내행성의 회합 주기와 공전 주기

③ 외행성의 회합 주기

- 외행성의 공전 주기를  $P$ , 지구의 공전 주기를  $E$ 라고 할 때, 하루 동안 외행성과 지구가 공전한 각도는 각각  $\frac{360^\circ}{P}$ 와  $\frac{360^\circ}{E}$ 이다. 충에서 동시에 공전을 시작했을 때 지구는 외행성보다 하루에  $\left(\frac{360^\circ}{E} - \frac{360^\circ}{P}\right)$  만큼씩 앞서게 된다. 이 각도 차가 누적되어  $360^\circ$ 가 되면 외행

정답

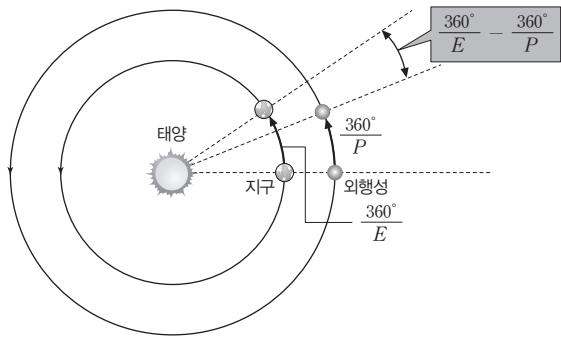
1. 내합, 합
2. 회합 주기
3.  $\frac{360^\circ}{P}$
4.  $360^\circ$

성은 다시 황에 위치하므로, 이 기간이 회합 주기(S)가 된다.

$$\left(\frac{360^\circ}{E} - \frac{360^\circ}{P}\right) \times S = 360^\circ$$

- 외행성의 회합 주기(S)와 공전 주기(P) 사이에는 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{E} - \frac{1}{P}$$

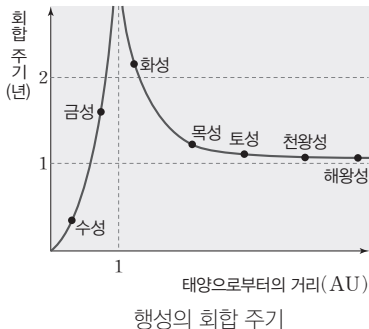


외행성의 회합 주기와 공전 주기

#### ④ 행성의 거리와 회합 주기

- 내행성은 지구에 가까울수록 회합 주기가 길다. ➡ 수성은 회합 주기가 1년보다 짧고, 금성은 1년보다 길다.
- 외행성은 지구에서 멀수록 회합 주기가 짧아지면서 점점 1년에 가까워진다. ➡ 이는 지구로부터 거리가 먼 외행성일수록 지구가 태양 둘레를 1회 공전하는 동안 외행성이 공전하는 각이 작아지기 때문이다.
- 지구에서 관측한 어느 행성의 회합 주기와 그 행성에서 관측한 지구의 회합 주기는 같다.
- 두 행성의 공전 각속도 차가 클수록 회합 주기가 짧아진다.

행성	공전 주기(일)	공전 주기(년)	회합 주기(일)
수성	88	0.24	116
금성	225	0.62	584
화성	687	1.88	780
목성	4335	11.86	399
토성	10759	29.46	378
천왕성	30685	84.02	370
해왕성	60188	164.77	368



행성의 회합 주기

#### (3) 행성의 공전 궤도 반지름

- ① 내행성의 공전 궤도 반지름: 내행성의 최대 이각을 이용하여 내행성의 공전 궤도 반지름을 구할 수 있다.
- ② 외행성의 공전 궤도 반지름: 지구에서 관측한 태양과 행성의 상대적 위치와 행성의 공전 주기를 이용하여 외행성의 공전 궤도 반지름을 구할 수 있다.

#### 개념 체크

☛ 행성의 회합 주기: 지구와의 회합 주기가 가장 짧은 행성은 수성이고, 가장 긴 행성은 화성이다. 외행성의 경우 공전 주기가 길수록 회합 주기가 1년에 가까워진다.

1. 외행성의 공전 주기를 P, 지구의 공전 주기를 E라고 할 때 외행성과 지구가 하루 동안 공전한 각도의 차는 ( )이다.
2. 내행성은 공전 주기가 길수록 회합 주기가 ( )진다.
3. 회합 주기는 토성이 화성보다 ( )다.
4. 외행성의 회합 주기는 태양으로부터 거리가 멀어질수록 ( )년에 가까워진다.
5. 회합 주기가 가장 긴 행성은 ( )이다.

정답

1.  $\frac{360^\circ}{E} - \frac{360^\circ}{P}$
2. 길어
3. 짧
4. 1
5. 화성

개념 체크

1. 내행성의 공전 궤도 반지름은 ( )을 이용하여 구할 수 있다.
2. 외행성의 공전 궤도 반지름은 태양과 행성의 상대적 위치와 행성의 ( )를 이용하여 구할 수 있다.
3. 화성의 공전 궤도 반지름을 구하는 탐구 과정에서 지구가 E<sub>1</sub>에서 E<sub>1</sub>'까지 공전한 기간은 화성의 ( )와 같다.

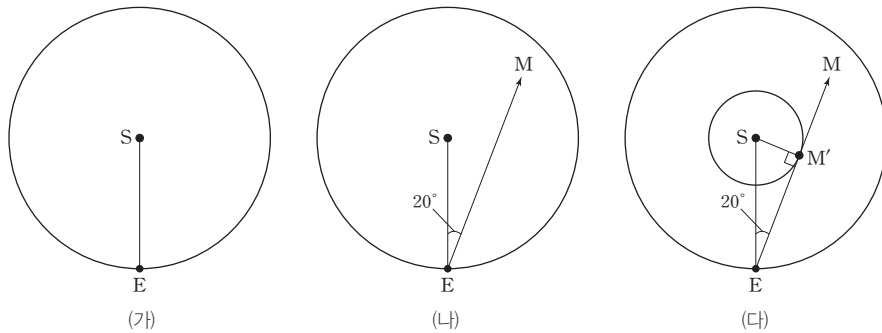
탐구자료 살펴보기 수성의 공전 궤도 반지름 구하기

탐구 과정

다음은 수성을 관측한 기록이다.

관측일	수성의 위치
2019년 11월 28일	20°(서방 최대 이각)

1. 행성의 공전 궤도는 원 궤도라고 가정하고, (가)와 같이 모눈종이 위에 반지름이 5 cm인 원을 그려 지구의 공전 궤도라고 한다. 태양(S)과 지구(E)를 표시한 후, 태양과 지구를 잇는 선분 SE를 그린다.
2. (나)와 같이 지구의 오른쪽으로 선분 SE와 20°를 이루는 직선 EM을 그린다.
3. (다)와 같이 태양(S)에서 직선 EM에 수선을 내려 만나는 점에 수성의 위치 M'를 표시한 후, 태양(S)을 중심으로 선분 SM'를 반지름으로 하는 수성의 공전 궤도를 그린다.



탐구 결과

1. 태양으로부터 수성까지의 거리는 몇 cm인가?  
→ 약 1.7 cm
2. 수성의 공전 궤도 반지름은 몇 AU인가?  
→ 수성의 공전 궤도 반지름에 해당하는 SM'의 길이는 1.7 cm이다. 지구의 공전 궤도 반지름인 1 AU를 5 cm라고 가정하였으므로, 수성의 공전 궤도 반지름은 0.34 AU에 해당한다.

분석 point

• 수성의 공전 궤도 반지름은 삼각 함수를 이용하여 아래와 같이 계산할 수도 있다.  

$$SM' = SE \times \sin 20^\circ$$

탐구자료 살펴보기 화성의 공전 궤도 그리기

탐구 과정

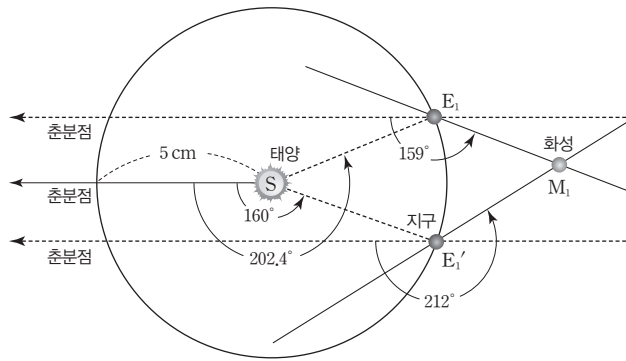
표는 여러 해 동안 지구에서 태양과 화성의 위치를 관측하여 정리한 것이다. E<sub>1</sub>~E<sub>1</sub>' , E<sub>2</sub>~E<sub>2</sub>' 사이의 기간은 화성의 공전 주기인 687일이다.

관측일	지구의 위치	지구-태양-춘분점 사이의 각	화성-지구-춘분점 사이의 각	화성의 위치
1965년 4월 13일	E <sub>1</sub>	202.4°	159.0°	M <sub>1</sub>
1967년 3월 1일	E <sub>1</sub> '	160.0°	212.0°	
1967년 6월 2일	E <sub>2</sub>	251.0°	196.0°	M <sub>2</sub>
1969년 4월 19일	E <sub>2</sub> '	208.5°	256.5°	
...	...	...	...	...

정답

1. 최대 이각
2. 공전 주기
3. 공전 주기

- 반지름이 5 cm인 원을 그려 지구의 공전 궤도라 하고, 그 중심에 태양(S)이 있다고 가정한다.
- 지구 공전 궤도의 임의의 한 점과 태양을 잇는 선을 그려 춘분점의 방향을 정한다.
- 표의 자료를 이용하여 지구, 화성의 위치를 표시한다.
- 화성의 위치를 표시한 뒤 곡선자를 이용하여 화성의 자취를 그린다.



**탐구 결과**

- $\angle E_1SE_2$ '의 크기는 몇 °인가?  
 → 화성이 한 바퀴 공전하는 동안 지구가 공전한 각도는 365일 : 360° = 687일 : x에서  $x \approx 677.6^\circ$ 이다. 따라서  $\angle E_1SE_2$ '는 약 42.4°이다.
- 과정 4에서 그려진 화성의 공전 궤도는 어떤 모양인가?  
 → 화성의 공전 궤도는 타원 모양이다.

**분석 point**

지구가 E<sub>1</sub>에서 E<sub>2</sub>까지 공전한 기간은 687일로 화성의 공전 주기에 해당한다.

**개념 체크**

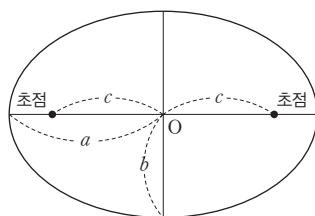
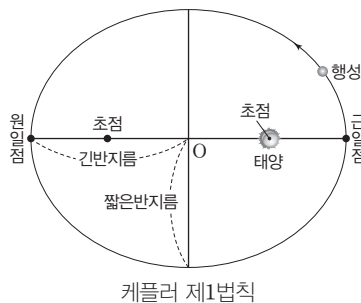
- **케플러 법칙:** 17세기 초에 케플러는 티코 브라헤의 정밀한 관측 자료를 분석하여 행성의 운동을 설명하는 세 가지 법칙을 찾아냈다.
- **타원의 성질:** 두 초점으로부터의 거리의 합이 일정한 점들을 연결하면 타원이 된다. 이때 거리의 합은 항상 궤도 긴반지름의 2배이다.

1. 케플러 제1법칙은 ( ) 법칙이다.
2. 타원 궤도에서 태양으로부터 가장 가까운 지점은 ( ), 태양으로부터 가장 먼 지점은 ( )이다.
3. 이심률은 타원의 긴반지름에 대한 ( )의 비를 의미한다.
4. 근일점까지의 거리와 원일점까지의 거리의 합은 궤도 긴반지름의 ( )배와 같다.
5. 이심률이 작을수록 타원의 모양은 ( )에 가까워진다.

**2 케플러 법칙**

**(1) 케플러 제1법칙-타원 궤도 법칙**

- ① 행성은 태양을 한 초점으로 하는 타원 궤도를 공전한다.
- ② 궤도 긴반지름: 타원 궤도의 중심으로부터 원일점 또는 근일점까지의 거리이다. 궤도 긴반지름은 태양과 행성 사이의 평균 거리에 해당한다.
- ③ 타원 궤도에서 태양에 가장 가까운 지점을 근일점, 가장 먼 지점을 원일점이라고 한다.
- ④ 궤도 이심률: 타원의 납작한 정도를 나타내는 값으로, 타원의 긴반지름에 대한 초점 거리의 비를 의미한다. 타원은 궤도 이심률이 클수록 더 납작한 모양이 되고, 이심률이 작을수록 원에 가까워지며, 이심률이 0이면 원이 된다.
  - 타원의 긴반지름을  $a$ , 짧은반지름을  $b$ , 초점 거리를  $c$ 라고 할 때, 이심률( $e$ )은 다음과 같이 나타낸다.



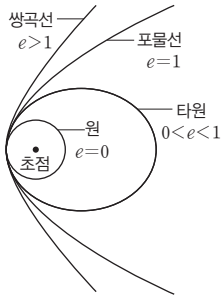
$$e = \frac{c}{a} = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$$

**정답**

1. 타원 궤도
2. 근일점, 원일점
3. 초점 거리
4. 2
5. 원

개념 체크

● 다양한 천체의 궤도: 천체의 공전 궤도는 아래와 같이 이심률( $e$ )에 따라 달라진다.



● 면적 속도 일정 법칙: 면적 속도는 주어진 궤도에서 항상 일정한 값을 갖는다. 하지만 공전 궤도의 모양이 변하면, 즉 공전 궤도 긴반지름이나 공전 궤도 이심률이 변하면 면적 속도도 변한다.

1. 케플러 제2법칙은 ( ) 법칙이다.
2. 행성의 공전 속도는 ( )에서 가장 빠르고, ( )에서 가장 느리다.

행성	수성	금성	지구	화성	목성	토성	천왕성	해왕성
공전 궤도 긴반지름(AU)	0.387	0.723	1	1.524	5.203	9.537	19.189	30.070
공전 궤도 이심률	0.206	0.007	0.017	0.093	0.048	0.054	0.047	0.009

행성의 공전 궤도 긴반지름과 공전 궤도 이심률

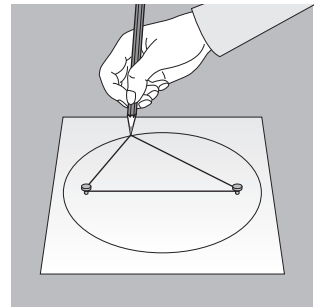
탐구자료 살펴보기 주어진 이심률과 긴반지름을 이용하여 타원 궤도 그리기

탐구 과정

표는 수성과 지구의 공전 궤도 긴반지름과 공전 궤도 이심률을 나타낸 것이다.

행성	수성	지구
공전 궤도 긴반지름(AU)	0.4	1
공전 궤도 이심률	0.2	0

1. 1 AU를 10 cm로 하고 수성의 공전 궤도 긴반지름과 이심률을 이용하여 두 초점 사이의 거리를 계산하고 두 초점의 위치에 압정을 고정시킨다.
2. 수성 공전 궤도 긴반지름의 2배 길이가 되도록 실의 끝을 두 초점에 묶고, 오른쪽 그림과 같이 실을 팽팽하게 유지하면서 연필을 한 바퀴 돌리면서 타원을 그린다.
3. 위와 같은 방법으로 지구의 궤도를 그린다.



탐구 결과

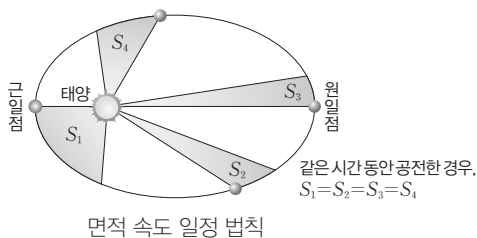
1. 과정 1에서 수성의 두 압정 사이의 거리는 몇 cm인가?  
 → 두 압정 사이의 거리는 두 초점 사이의 거리에 해당하며, (이심률 × 공전 궤도 긴반지름)의 2배이므로  $2(0.2 \times 4 \text{ cm}) = 1.6 \text{ cm}$ 이다.
2. 수성과 지구 중 어느 천체의 공전 궤도가 원에 더 가까운가?  
 → 지구

분석 point

타원을 그릴 때 실의 길이는 공전 궤도 긴반지름의 2배여야 한다.

(2) 케플러 제2법칙-면적 속도 일정 법칙

- ① 행성이 타원 궤도를 따라 공전할 때 태양과 행성을 잇는 선분은 같은 시간 동안 같은 면적을 쓸고 지나간다.
- ② 행성의 공전 속도는 근일점에서 가장 빠르고, 원일점에서 가장 느리다.
- ③ 타원 궤도의 이심률이 클수록 근일점과 원일점에서의 공전 속도 차이가 커진다.



정답

1. 면적 속도 일정
2. 근일점, 원일점

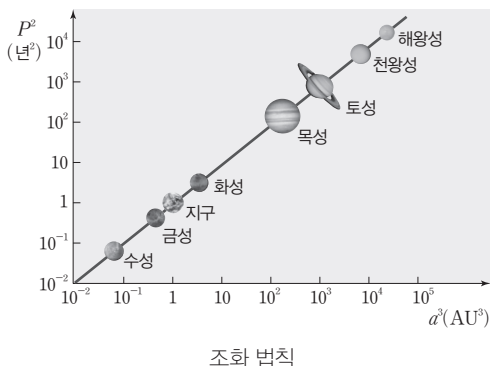
### (3) 케플러 제3법칙-조화 법칙

- ① 행성의 공전 주기의 제곱은 공전 궤도 긴반지름의 세제곱에 비례한다.
- ② 행성의 공전 주기  $P$ 와 행성의 공전 궤도 긴반지름  $a$  사이에는 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$\left(\frac{a^3}{P^2}\right)_{\text{수성}} = \left(\frac{a^3}{P^2}\right)_{\text{금성}} = \dots = \left(\frac{a^3}{P^2}\right)_{\text{해왕성}} = k(\text{일정})$$

이때  $P$ 의 단위를 년,  $a$ 의 단위를 AU로 하면, 비례 상수  $k=1$ 이 된다.

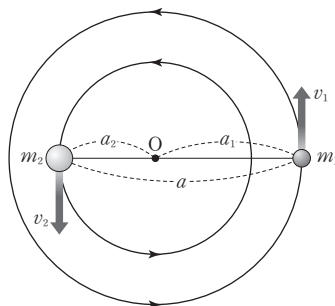
- ③ 행성의 회합 주기를 측정하여 공전 주기를 구하면 케플러 제3법칙을 이용하여 행성의 공전 궤도 긴반지름을 구할 수 있다.
- ④ 공전 궤도 긴반지름이 큰 행성일수록 공전 속도가 느리다.  
 ➔ 수성의 공전 속도가 가장 빠르다.



### (4) 케플러 제3법칙의 응용

#### ① 쌍성을 이용한 케플러 제3법칙 유도

그림과 같이 질량이 각각  $m_1, m_2$ 인 두 천체가 공통 질량 중심  $O$ 로부터  $a_1, a_2$ 만큼 떨어진 거리에서 각각  $v_1$ 과  $v_2$ 의 속력으로 등속 원운동하고 있다. 두 천체의 공전 주기는  $P$ 이다. 두 천체의 등속 원운동에 필요한 구심력을 각각  $F_1, F_2$ 라고 할 때,  $F_1 = \frac{m_1 v_1^2}{a_1}$ ,  $F_2 = \frac{m_2 v_2^2}{a_2}$ 이다.  $v_1 = \frac{2\pi a_1}{P}$ ,  $v_2 = \frac{2\pi a_2}{P}$ 이므로  $F_1 = \frac{4\pi^2 a_1 m_1}{P^2}$ ,  $F_2 = \frac{4\pi^2 a_2 m_2}{P^2}$ 이다. 천체의 원운동을 일으키는 구심



공통 질량 중심을 공전하는 두 천체

력은 두 천체 사이에 작용하는 만유인력인  $F = \frac{Gm_1 m_2}{a^2}$ 와 같으므로  $F_1 = F_2 = F$ 이다.

따라서 두 천체에 작용하는 힘은 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{4\pi^2 a_1 m_1}{P^2} = \frac{Gm_1 m_2}{a^2} \dots\dots (1)$$

$$\frac{4\pi^2 a_2 m_2}{P^2} = \frac{Gm_1 m_2}{a^2} \dots\dots (2)$$

### 개념 체크

- **조화 법칙:** 천체의 공전 주기와 공전 궤도 긴반지름의 관계를 나타내는 법칙으로, 행성의 운동뿐만 아니라 별, 은하의 운동 등에도 활용되는 중요한 법칙이다.
- **쌍성계:** 두 별이 중력적으로 묶여서 공통 질량 중심 주위를 동일한 주기로 회전하는 천체이다.

1. 공통 질량 중심을 원운동하는 두 천체의 공전 주기는 질량이 큰 천체가 더 길다. ( O, X )
2. 공통 질량 중심을 원운동하는 두 천체에 작용하는 구심력은 두 천체 사이에 작용하는 ( ) 과 크기가 같다.
3. 쌍성계에서 질량이 큰 별은 질량이 작은 별보다 ( ) 쪽 궤도를 공전한다.
4. 케플러 제3법칙은 ( ) 법칙이다.
5. 행성의 공전 주기의 ( ) 은 공전 궤도 긴반지름의 ( ) 에 비례한다.
6. 공전 궤도 긴반지름이 큰 행성일수록 공전 속도가 ( ) 다.

#### 정답

1. X
2. 만유인력
3. 안
4. 조화
5. 제곱, 세제곱
6. 느리

개념 체크

● 케플러 법칙: 행성 운동에 관한 케플러의 세 가지 법칙이 발표된 지 약 50년 후 뉴턴이 만유인력 법칙을 이용하여 케플러 제3법칙을 증명하였다.

- 어느 쌍성계에서 두 별 사이의 거리가 4 AU, 공전 주기가 4년일 때 이 쌍성계의 질량은 ( ) 질량의 ( )배이다.
- 케플러 법칙은 ( )에 의해 궤도 운동을 하는 모든 천체에 적용된다.
- 케플러 법칙을 이론적으로 증명한 과학자는 ( )이다.

(1)과 (2)를 정리하면  $\frac{4\pi^2(a_1+a_2)}{P^2} = \frac{G(m_1+m_2)}{a^2}$ 이다.  $(a_1+a_2)=a$ 이므로  $\frac{a^3}{P^2} = \frac{G(m_1+m_2)}{4\pi^2}$ 가 성립한다.

- 이 공식을 태양계에 적용하면, 태양의 질량( $M_{\odot}$ )은 행성의 질량( $m$ )에 비해 매우 크므로, 위의 식은 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{a^3}{P^2} = \frac{G(M_{\odot}+m)}{4\pi^2} \approx \frac{GM_{\odot}}{4\pi^2} = k(\text{일정})$$

② 케플러 제3법칙의 응용

- 두 별 사이의 거리와 공전 주기를 알면 케플러 제3법칙으로부터 쌍성계의 질량을 구할 수 있고, 공통 질량 중심으로부터 별까지의 거리 비를 알면 별 각각의 질량도 결정할 수 있다.
- 공전 주기의 단위를 년, 거리의 단위를 AU로 나타내면 케플러 제3법칙으로부터  $m_1+m_2 = \frac{a^3}{P^2} \cdot \frac{4\pi^2}{G}$ 이고,  $\frac{4\pi^2}{G} = 1M_{\odot}$ ( $M_{\odot}$ : 태양 질량)이므로, 두 별의 질량의 합은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$m_1+m_2 = \frac{a^3}{P^2} M_{\odot}$$

- $a_1m_1 = a_2m_2$ 의 관계가 성립하므로,  $\frac{a_1}{a_2}$ 을 측정하면 별의 질량을 각각 구할 수 있다.

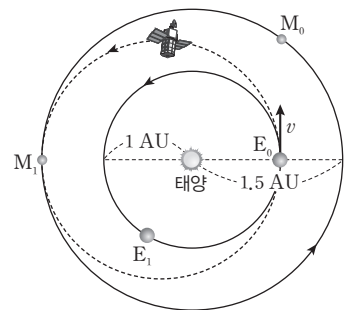
(5) 케플러 법칙의 적용

- 별과 은하 및 행성이 아니면서 태양 주위를 공전하는 소행성, 왜소 행성, 혜성 등도 케플러 법칙에 따라 운동한다.
- 행성 주위를 공전하는 위성이나 지구 주위를 도는 인공위성도 케플러 법칙에 따라 운동한다.
- 우주 탐사선을 발사할 때 연료의 소모를 최소로 하기 위해서 케플러 법칙을 이용하여 궤도를 결정하고 있다. → 행성 탐사선의 궤도는 지구를 근일점, 탐사하고자 하는 행성을 원일점에 둔 타원 궤도를 이용하는 것이 가장 경제적이다.



과학 돋보기 | 케플러 법칙과 화성 탐사선의 궤도

- 그림은 지구와 화성이 각각  $E_0, M_0$ 에 있을 때 지구에서 발사된 우주선이 화성( $M_1$ )에 도착할 때의 모습을 나타낸 것이다. 우주선이 화성( $M_1$ )에 도착할 때 지구의 위치는  $E_1$ 이다.
- 탐사선은  $E_0$ 에서 타원 궤도에 진입한 후, 추진력 없이 진행하여 약 8개월 후 화성에 도착한다.
  - 탐사선의 속도는 점차 느려진다.
- 탐사선의 궤도는  $E_0$ 을 근일점으로 하고,  $M_1$ 을 원일점으로 하는 타원이다.
  - 탐사선의 공전 궤도 긴반지름은 약 1.25 AU이다.



정답

- 태양, 4
- 만유인력
- 뉴턴



**01** 표는 가상의 태양계 행성 A와 B의 공전 주기 및 지구에서 관측한 회합 주기를 나타낸 것이다. [23030-0239]

행성	A	B
공전 주기(년)	( )	2
회합 주기(년)	0.5	( )

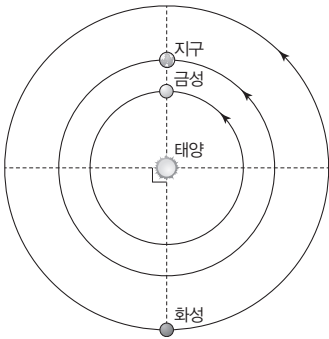
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 지구, A, B는 모두 원 궤도를 공전한다.)

보기

- ㄱ. A는 외행성이다.
- ㄴ. 공전 주기는 A가 B보다 짧다.
- ㄷ. A에서 관측한 B의 회합 주기는 0.4년이다.

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

**02** 그림은 어느 날 지구, 금성, 화성의 상대적 위치를, 표는 행성들의 공전 주기를 나타낸 것이다. [23030-0240]



행성	공전 주기(년)
금성	0.6
지구	1.0
화성	1.9

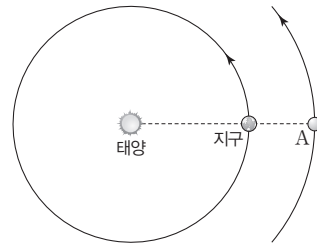
지구에서 관측한 결과로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 지구, 금성, 화성은 모두 원 궤도를 공전한다.)

보기

- ㄱ. 금성의 회합 주기는  $\frac{3}{2}$ 년이다.
- ㄴ. 0.6년 후에 금성은 서방 최대 이각과 외합 사이에 위치한다.
- ㄷ. 1년 후에 화성은 해가 뜰 무렵에 동쪽 하늘에서 관측된다.

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

**03** 그림은 지구와 가상의 태양계 행성 A의 상대적인 위치를 나타낸 것이다. 지구와 A의 회합 주기는 2년이다. [23030-0241]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 지구와 A는 모두 원 궤도를 공전한다.)

보기

- ㄱ. A는 현재 충에 위치한다.
- ㄴ. A의 공전 주기는 2년이다.
- ㄷ. 1년 후에 A에서 관측하면 지구는 역행한다.

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

**04** 표는 지구에서 관측한 태양계 일부 행성들의 회합 주기를 나타낸 것이다. [23030-0242]

행성	회합 주기(년)
수성	( )
금성	1.60
화성	( )
목성	1.09
토성	1.04

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 지구와의 회합 주기는 수성이 금성보다 길다.
- ㄴ. 공전 주기가 긴 행성일수록 회합 주기가 짧다.
- ㄷ. 목성에서 관측한 토성의 회합 주기는 지구에서 관측한 토성의 회합 주기보다 길다.

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

05 표는 케플러 법칙에 대한 설명이다. [23030-0243]

(가)	태양계의 모든 행성은 태양을 한 초점으로 하는 타원 궤도를 공전한다.
(나)	행성의 (㉠)의 제곱은 (㉡)의 세제곱에 비례한다.
(다)	태양과 행성을 잇는 선분은 같은 시간 동안 같은 면적을 쓸고 지나간다.

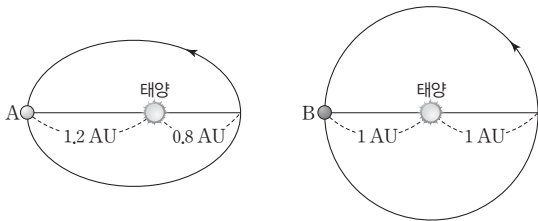
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 타원 궤도 법칙이다.  
 ㄴ. '공전 궤도 긴반지름'은 ㉠으로, '공전 주기'는 ㉡으로 적절하다.  
 ㄷ. 태양에서 먼 행성일수록 공전 주기가 긴 현상은 (다)로 설명할 수 있다.

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

06 그림은 가상의 태양계 행성 A, B의 공전 궤도와 현재 위치를 나타낸 것이다. [23030-0244]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

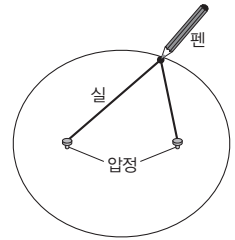
ㄱ. 공전 궤도 이심률은 A가 B보다 크다.  
 ㄴ. 태양과 행성을 잇는 선분이 하루 동안 쓸고 지나간 면적은 A가 B보다 좁다.  
 ㄷ. 현재 위치에서 공전 속도는 A가 B보다 빠르다.

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

07 다음은 타원 궤도로 태양 둘레를 공전하는 행성의 운동을 이해하기 위한 탐구 과정을 나타낸 것이다. [23030-0245]

[탐구 과정]

(가) 압정 두 개를 고정한 후 실의 양 끝을 압정에 묶고 펜을 이용하여 실을 팽팽하게 잡아당긴 채로 타원을 그린다.



(나) ㉠실의 길이가 같은 상태에서 ㉡두 개의 압정의 간격을 좁혀 같은 과정을 반복한다.

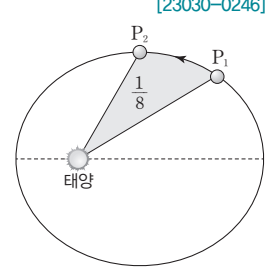
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠의 절반은 행성의 공전 궤도 긴반지름에 해당한다.  
 ㄴ. ㉡은 행성 공전 궤도의 초점 거리에 해당한다.  
 ㄷ. 타원의 이심률은 (가)보다 (나)에서 크다.

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

08 그림은 어느 소행성이 1년 동안 공전 궤도 전체 면적의 1/8을 쓸고 지나가는 모습을 나타낸 것이다. [23030-0246]



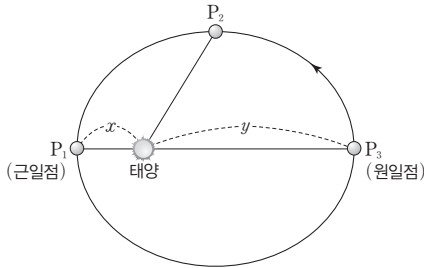
이 소행성에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 공전 주기는 8년이다.  
 ㄴ. 공전 궤도 긴반지름은 4 AU이다.  
 ㄷ. 공전 속도는 P1보다 P2에서 빠르다.

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

09 그림은 어느 행성의 공전 궤도상의 위치를 나타낸 것이다. [23030-0247]



이 행성에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 공전 궤도 이심률은  $\frac{y-x}{y+x}$ 이다.
- ㄴ. 공전 속도는 P1보다 P2에서 느리다.
- ㄷ. 같은 시간 동안 태양과 행성을 잇는 선분이 쓸고 지나간 면적은 P2 부근과 P3 부근에서 같다.

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

10 표는 공전 궤도 긴반지름이 서로 다른 가상의 태양계 행성 A와 B의 회합 주기와 공전 주기를 나타낸 것이다. A와 B는 지구와의 회합 주기가 서로 같다. [23030-0248]

행성	회합 주기(년)	공전 주기(년)
A	( ㉠ )	$\frac{4}{5}$
B	( ㉡ )	( ㉢ )

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 공전 궤도 긴반지름은 A가 B보다 길다.
- ㄴ. ㉠은 4이다.
- ㄷ. ㉢은  $\frac{4}{3}$ 이다.

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

11 다음은 케플러 법칙을 이용하여 쌍성계의 질량을 구하는 방법을 나타낸 것이다. [23030-0249]

- 그림에서 공전 주기의 단위를 년, 거리의 단위를 AU로 나타내면 ( ㉠ )으로부터

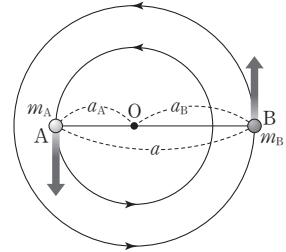
$$m_A + m_B = \frac{a^3}{P^2} \cdot \frac{4\pi^2}{G}$$

$$\text{이고, } \frac{4\pi^2}{G} = 1M_\odot (M_\odot: \text{태양 질량})$$

이므로, 두 별의 질량 합은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$m_A + m_B = \frac{a^3}{P^2} \cdot M_\odot$$

- ( ㉡ )  $\times m_A = ( ㉢ ) \times m_B$ 의 관계가 성립하므로,  $\frac{a_A}{a_B}$ 를 측정하면 별 A와 B의 질량을 구할 수 있다.



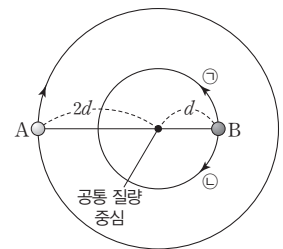
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. '케플러 제2법칙'은 ㉠으로 적절하다.
- ㄴ. aA는 ㉡으로, aB는 ㉢으로 적절하다.
- ㄷ. 공전 주기는 A가 B보다 짧다.

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

12 그림은 쌍성계를 이루는 두 별 A와 B의 공전 궤도상의 위치와 공전 방향을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 모두 원 궤도를 공전한다.) [23030-0250]



보기

- ㄱ. B의 공전 방향은 ㉠이다.
- ㄴ. 공전 속도는 A가 B의 2배이다.
- ㄷ. 질량은 A가 B의  $\frac{1}{4}$ 배이다.

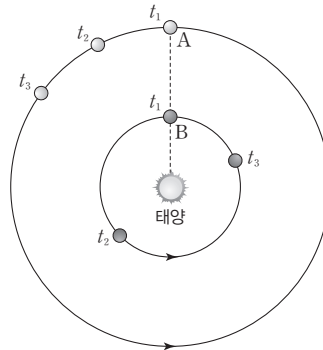
- ① ㄱ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ                ④ ㄴ, ㄷ                ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

내행성은 내합 부근에서, 외행성은 총 부근에서 역행하며, 두 행성의 회합 주기는 항상 안쪽 궤도를 공전하고 있는 행성의 공전 주기보다 길다.

태양계 행성들의 태양으로부터의 거리에 따른 회합 주기 그래프에서 가로축과 나란한 점근선의 세로축 값은 관측한 행성의 공전 주기에 해당하며, 세로축과 나란한 점근선의 가로축 값은 관측한 행성의 공전 궤도 긴반지름에 해당한다.

[23030-0251]

01 그림은 두 행성 A와 B가  $t_1 \sim t_3$  동안 공전하는 모습을 일정한 시간 간격으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 원 궤도로 공전한다.)

보기

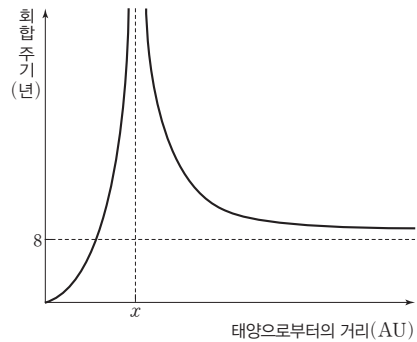
- ㄱ.  $t_1 \sim t_2$  동안 A에서 관측하면 B가 역행하는 시기가 있다.
- ㄴ.  $t_2 \sim t_3$  동안 B에서 관측하면 A가 자정에 관측되는 시기가 있다.
- ㄷ. A에서 관측한 B의 회합 주기는 B의 공전 주기보다 길다.

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

[23030-0252]

02 표는 가상의 태양계 행성 A와 B의 공전 주기를, 그림은 태양계 행성들의 태양으로부터의 거리에 따른 A와의 회합 주기를 나타낸 것이다.

행성	공전 주기(년)
A	( )
B	16



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 그림에서 점선은 행성들의 회합 주기 곡선의 점근선에 해당한다.)

보기

- ㄱ. A의 공전 주기는 8년이다.
- ㄴ.  $x$ 는 8이다.
- ㄷ. A에서 관측한 B의 회합 주기는 16년이다.

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

**03** 표는 2003년 12월 18일부터 2015년 4월 15일까지 화성에서 관측할 때 수성이 태양면을 통과한 시기를 나타낸 것이다. 수성과 화성의 회합 주기는 약 101일이다. 이 기간 동안 화성에서 태양과 수성을 관측할 때에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[23030-0253]

태양면 통과 시기
2003년 12월 18일
2005년 1월 12일
2005년 11월 23일
2013년 5월 10일
2014년 6월 3일
2015년 4월 15일

내행성이 내합을 지날 때 태양면을 통과하는 현상이 나타날 수 있다.

보기

- ㄱ. 2003년 12월 19일에 수성은 태양보다 먼저 진다.
- ㄴ. 2005년에 수성이 내합에 위치한 시기는 2번이었다.
- ㄷ. 수성의 태양면 통과 횟수가 회합 주기의 반복 횟수보다 적은 이유는 수성과 화성의 공전 궤도가 타원이기 때문이다.

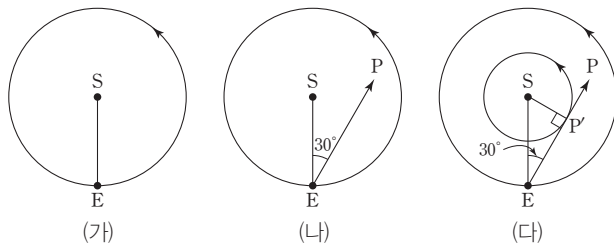
- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄱ, ㄷ

**04** 다음은 가상의 태양계 행성 A의 공전 궤도 반지름을 구하는 탐구 과정의 일부를 나타낸 것이다.

[23030-0254]

[탐구 과정]

- (가) 반지름이 5 cm인 원(지구의 공전 궤도)을 그리고 태양(S)과 지구(E)를 표시한 후, 태양과 지구를 잇는 선분 SE를 그린다.
- (나) 지구의 오른쪽으로 선분 SE와 30°를 이루는 직선 EP를 그린다.
- (다) 태양(S)에서 직선 EP에 수선을 내려 만나는 점에 A의 위치 P'를 표시한 후, 태양(S)을 중심으로 선분 SP'를 반지름으로 하는 원을 그린다.



P'는 A의 공전 궤도상에서 서방 최대 이각의 위치이며, 선분 SE의 길이는 지구의 공전 궤도 반지름(1 AU)에 해당한다.

A에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. P'에 위치할 때 우리나라에서 관측한다면 상현달 모양으로 보인다.
- ㄴ. A의 공전 궤도 반지름은 0.5 AU이다.
- ㄷ. 지구에서 관측한 회합 주기는  $\frac{\sqrt{2}}{4}$ 년보다 짧다.

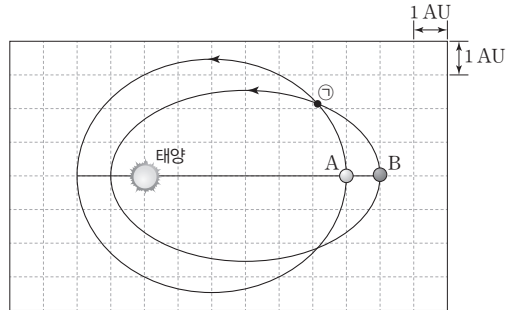
- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

행성의 공전 궤도 긴반지름이 같고 이심률이 다른 경우, 이심률이 작은 행성이 이심률이 큰 행성보다 평균 공전 속도가 빠르다.

행성의 공전 주기의 제곱은 공전 궤도 긴반지름의 세제곱에 비례한다.

[23030-0255]

05 그림은 가상의 태양계 행성 A와 B의 공전 궤도를 나타낸 것이다. 현재 A와 B는 각각 원일점에 위치한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

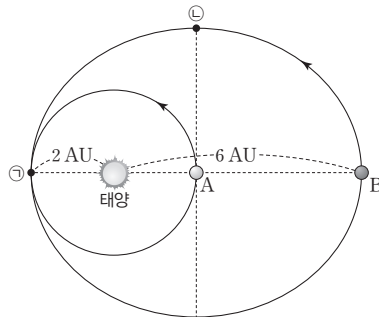
보기

- ㄱ. A의 공전 궤도 짧은반지름은  $2\sqrt{3}$  AU이다.
- ㄴ. B의 공전 궤도 이심률은 0.75이다.
- ㄷ. 현재 위치에서 ① 지점까지 공전하는 데 걸리는 시간은 A가 B보다 짧다.

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

[23030-0256]

06 그림은 태양계 천체 A와 B의 공전 궤도를 나타낸 것이다. A는 원 궤도를 공전하며, 현재 B는 원 일점에 위치한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

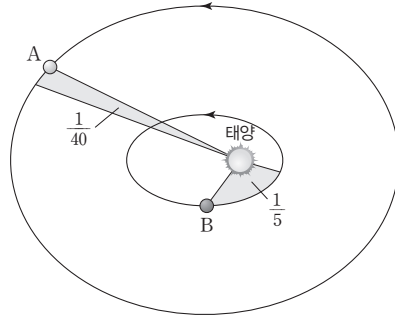
보기

- ㄱ. A의 공전 궤도 이심률은 0이다.
- ㄴ. B의 공전 속도 변화율은 ① 지점보다 ㉔ 지점에서 크다.
- ㄷ. 공전 주기는 A가 B의  $\frac{\sqrt{2}}{4}$  배이다.

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

**07** 그림은 가상의 태양계 행성 A와 B가 같은 시간 동안 각각 공전 궤도 전체 면적의  $\frac{1}{40}$ 과  $\frac{1}{5}$ 을 쓸고 지나간 모습을 나타낸 것이다.

[23030-0257]



같은 시간에 태양과 행성을 잇는 선분이 쓸고 지나간 면적은 같다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

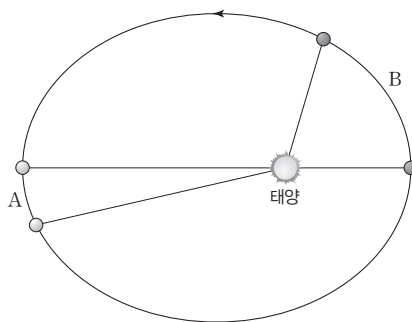
보기

- ㄱ. 이 기간 동안 A와 B는 모두 공전 속도가 증가한다.
- ㄴ. 공전 주기는 A가 B의 8배이다.
- ㄷ. 공전 궤도 긴반지름은 A가 B의 4배이다.

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

**08** 그림은 2023년 서로 다른 시기에 각각 한 달 동안 지구의 공전 궤도상의 위치 변화를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 1월과 7월 중 하나이다.

[23030-0258]



지구는 북반구 겨울철(1월 중)에 근일점을 지나고, 북반구 여름철(7월 중)에 원일점을 지난다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 7월, B는 1월이다.
- ㄴ. 지구와 태양을 잇는 선분이 쓸고 지나간 면적은 1월이 7월보다 넓다.
- ㄷ. 지구의 공전 속도는 태양의 적경이 6°일 때가 18°일 때보다 빠르다.

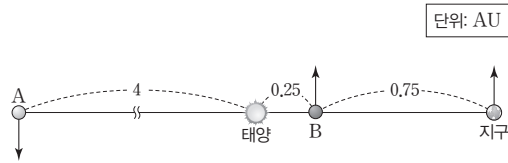
- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

지구의 공전 주기를  $E$ , 행성의 공전 주기와 회합 주기를 각각  $P$ 와  $S$ 라고 하면, 내행성의 경우  $\frac{1}{S} = \frac{1}{P} - \frac{1}{E}$ 의 관계가, 외행성의 경우  $\frac{1}{S} = \frac{1}{E} - \frac{1}{P}$ 의 관계가 성립한다.

행성의 공전 주기의 제곱은 공전 궤도 긴반지름의 세제곱에 비례하며, 행성이 타원 궤도를 공전할 때 태양과 행성을 잇는 선분은 같은 시간 동안 같은 면적을 쓸고 지나간다.

[23030-0259]

09 그림은 어느 날 일직선상에 위치한 태양, 지구, 가상의 태양계 행성 A, B의 위치 및 각 행성의 공전 방향을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 지구, A, B는 원 궤도로 공전한다.)

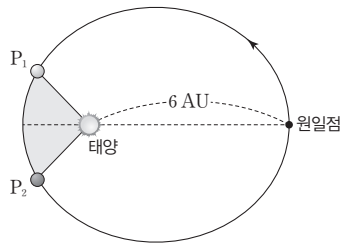
보기

- ㄱ. B의 공전 주기는  $\frac{1}{2}$ 년이다.
- ㄴ. 지구와의 회합 주기는 A가 B의 8배이다.
- ㄷ. 이날로부터 46일째 되는 날(약  $\frac{1}{8}$ 년 후) 지구에서 관측하면 새벽에 A와 B 모두 관측된다.

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

[23030-0260]

10 그림은 가상의 태양계 행성의 공전 궤도를 나타낸 것이다. 이 행성이  $P_1$ 에서  $P_2$ 까지 공전하면서 쓸고 지나간 면적은 공전 궤도 전체 면적의  $\frac{1}{8}$ 이며, 공전 궤도 짧은반지름은  $2\sqrt{3}$  AU이다.



이 행성에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 근일점 거리는 2 AU이다.
- ㄴ.  $P_2$ 에서  $P_1$ 까지 공전하는 데 걸리는 시간은 7년이다.
- ㄷ. 지구와의 회합 주기는  $\frac{8}{7}$ 년이다.

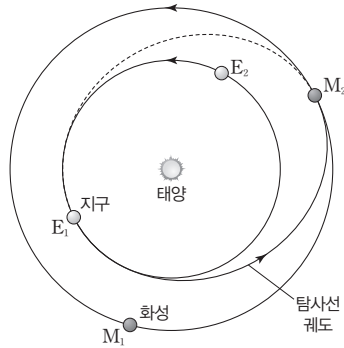
- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



11 다음은 어느 화성 탐사선 및 지구와 화성에 대한 설명이다.

[23030-0261]

- 탐사선의 궤도는 태양을 초점으로 하는 타원 궤도이다.
- 탐사선은  $t_1$ 일 때 지구에서 발사되어  $t_2$ 일 때 화성에 착륙하였다.
- $t_1$ 과  $t_2$ 일 때 지구와 화성의 위치는 각각  $E_1, E_2$ 와  $M_1, M_2$ 이다.
- 지구와 화성의 공전 궤도는 원 궤도이며, 반지름은 각각 1 AU와 1.5 AU이다.



탐사선 궤도는 지구 공전 궤도와 만나는 점을 근일점, 화성 공전 궤도와 만나는 점을 원일점으로 하는 타원 궤도이며, 궤도 긴반지름은 1.25 AU이다.

이 탐사선에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

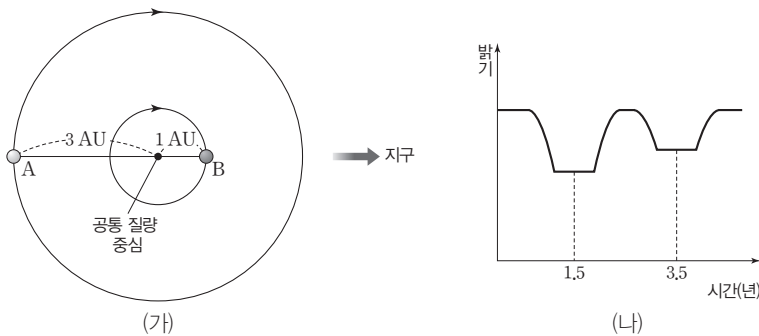
보기

- ㄱ. 원일점 거리는 1.25 AU이다.
- ㄴ. 공전 궤도 이심률은 0.2이다.
- ㄷ.  $t_1 \sim t_2$  사이에 평균 속도는 화성보다 빠르다.

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

12 그림 (가)는 어느 쌍성계를 이루는 두 별 A와 B의 공전 궤도를, (나)는 쌍성계의 겉보기 밝기 변화를 나타낸 것이다. A와 B의 공전 궤도면은 관측자의 시선 방향과 나란하다.

[23030-0262]



쌍성계를 이루는 두 별은 공통 질량 중심을 기준으로 서로 반대 방향에 위치하며, 공전 방향과 공전 주기가 각각 서로 같다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B의 공전 궤도는 원 궤도이다.)

보기

- ㄱ. A와 B 사이의 거리는 주기적으로 변한다.
- ㄴ. 공전 속도는 A가 B의 3배이다.
- ㄷ. 질량은 B가 태양의 약 12배이다.

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

### 개념 체크

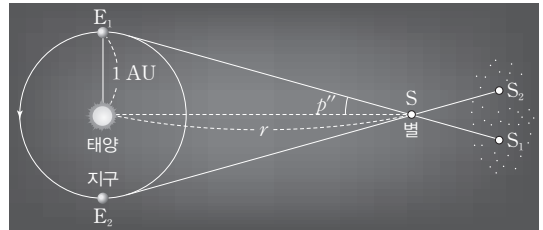
- **pc(파섹):** 연주 시차가 1"인 별까지의 거리를 1 pc로 정의한다. 1 pc은 약 206265 AU이다.
- **광도:** 별이 단위 시간에 방출하는 총 에너지를 광도라고 한다. 같은 거리에 있는 별이라면, 광도가 클수록 밝고 절대 등급의 값이 작아진다.

1. 지구에서 별을 1년 동안 관측했을 때 생기는 최대 시차의 ( )을 연주 시차라고 한다.
2. 지구로부터의 거리가 먼 별일수록 연주 시차가 ( )이다.
3. 별의 등급이 5등급 감소하면 별의 밝기는 ( )배 ( )진다.
4. 별의 밝기는 거리의 제곱에 ( )한다.
5. 별의 절대 등급은 별이 ( ) pc 거리에 있을 때의 별의 겉보기 등급과 같다.
6. 별의  $m - M$ (겉보기 등급 - 절대 등급)을 별의 ( )라고 하며, 이 값이 클수록 거리가 ( )이다.

### 1 천체의 거리

#### (1) 연주 시차를 이용한 거리 측정

- ① 연주 시차( $p''$ ): 지구 공전 궤도의 양 끝에서 별을 바라보았을 때 생기는 각(시차)의  $\frac{1}{2}$ 이다.



연주 시차와 별까지의 거리

- ② 별까지의 거리:  $r(\text{pc}) = \frac{1}{p''}$

- 1 pc = 연주 시차가 1"인 별까지의 거리  $\Rightarrow$  1 pc  $\approx$  3.26광년
- 지구에서 가까운 거리에 있는 별일수록 연주 시차가 크다.



#### 과학 돋보기 | 별의 연주 시차

별의 연주 시차는 아주 작은 값을 갖는다. 19세기까지는 관측 장비와 기술의 부족으로 별의 연주 시차는 측정이 되지 않아서 태양 중심설에 대해 반대하는 진영의 논리로 사용되었다. 티코 브라헤도 별이 충분히 멀리 있다면 연주 시차가 관측되기 어렵다는 것을 알고 있었지만 토성(그 당시 최외각 행성)과 별 사이의 거리가 그렇게 멀고 빈 공간이라는 것을 믿지는 못하였다.  $\Rightarrow$  지상 망원경은 연주 시차를 0.01"까지 측정할 수 있고, 우주 망원경은 0.001"까지 측정할 수 있으므로 연주 시차는 주로 1000 pc 이내의 가까운 별의 거리를 측정하는 데 이용된다.

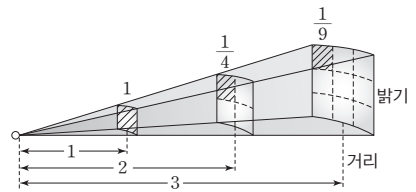
#### (2) 별의 밝기를 이용한 거리 측정

- ① 별의 밝기와 등급: 별의 밝기는 등급으로 나타내며 밝은 별일수록 작은 숫자로 나타낸다.

- 1등급 간의 밝기 비: 1등급의 별은 6등급의 별보다 100배 밝다. 따라서 1등급 간의 밝기 비는  $\sqrt[5]{100} = 10^{\frac{2}{5}}$ 배, 즉 약 2.5배이다.
- 등급과 밝기 사이의 관계(포그슨 방정식): 겉보기 등급이 각각  $m_1, m_2$ 인 두 별의 밝기를 각각  $l_1, l_2$ 라 하면  $\frac{l_1}{l_2} = 10^{\frac{2}{5}(m_2 - m_1)}$ 이므로  $m_2 - m_1 = 2.5 \log \frac{l_1}{l_2}$ 이다.

- ② 별의 밝기와 거리: 별의 밝기는 거리의 제곱에 반 비례한다. 따라서 실제 밝기가 같고 겉보기 밝기가  $l_1, l_2$ 인 두 별까지의 거리를  $r_1, r_2$ 라고 하면,

$$\frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \text{이므로 } m_2 - m_1 = 5 \log \frac{r_2}{r_1} \text{이다.}$$



별의 거리와 밝기

- ③ 겉보기 등급과 절대 등급

- 겉보기 등급: 우리 눈에 보이는 밝기에 따라 등급을 정한 것으로 같은 광도의 별이라도 가까이 있는 별은 밝게 보이고, 멀리 있는 별은 어둡게 보인다.
- 절대 등급: 모든 별을 10 pc의 거리에 옮겨 놓았다고 가정했을 때의 밝기를 등급으로 정한 것으로, 별의 광도를 비교할 때 기준이 된다.

- ④ 거리 지수: 거리가  $r(\text{pc})$ 인 어떤 별의 겉보기 등급을  $m$ , 절대 등급을  $M$ 이라 하면  $m - M = 5 \log \frac{r}{10}$ 이므로  $m - M = 5 \log r - 5$ 이다. 이때  $(m - M)$ 을 거리 지수라고 한다.

정답

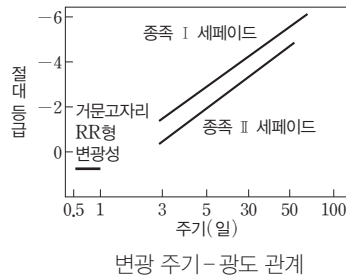
1.  $\frac{1}{2}$
2. 작다
3. 100, 밝아
4. 반비례
5. 10
6. 거리 지수, 멀다

### (3) 세페이드 변광성을 이용한 거리 측정

① 변광성: 팽창과 수축을 반복하면서 밝기가 주기적으로 변하는 맥동 변광성, 쌍성의 식 현상에 의해 밝기가 변하는 식 변광성, 격렬하게 폭발하여 밝기가 변하는 폭발 변광성 등이 있다.

② 세페이드 변광성

- 1912년 리비트는 소마젤란은하 내의 수많은 세페이드 변광성들의 변광 주기와 밝기 사이에 규칙성을 발견하였다. 변광 주기를 관측하여 별의 절대 등급을 구한 후, 겉보기 등급과 비교하여 별이 속한 성단이나 외부 은하까지의 거리를 측정할 수 있다.
- 미국의 천문학자 허블은 세페이드 변광성을 이용해 안드로메다은하까지의 거리를 측정하여 우리은하 내의 성운으로 여겨졌던 안드로메다은하가 외부 은하임을 밝혀 냈다.



#### 탐구자료 살펴보기 세페이드 변광성의 변광 주기-광도 관계를 이용한 거리 측정

##### 탐구 과정

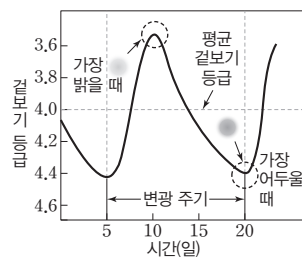
종족 I 세페이드 변광성의 변광 주기와 겉보기 등급을 측정하면, 세페이드 변광성의 주기-절대 등급(광도) 관계와 비교하여 세페이드 변광성까지의 거리를 구해 본다.

##### 탐구 결과

세페이드 변광성의 평균 겉보기 등급은 4.0, 변광 주기는 15일이다. 변광 주기가 15일인 세페이드 변광성의 절대 등급은 -3이다. 거리 지수 ( $m - M$ )는 7이므로 세페이드 변광성까지의 거리는 약 251 pc이다.

##### 분석 point

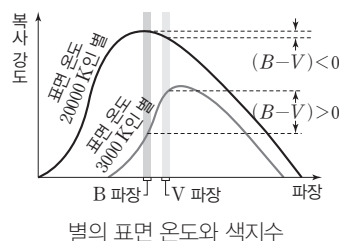
변광 주기가 동일한 세페이드 변광성들은 겉보기 등급이 다르더라도 동일한 절대 등급을 가졌다고 가정하였다.



### (4) 성단의 색등급도(C-M도)를 이용한 거리 측정

① 색지수: 색지수는 한 파장대에서 측정한 등급과 다른 파장대에서 측정한 등급의 차이로, 별의 표면 온도를 나타내는 척도가 된다.

- 사진 등급( $m_p$ ): 사진 건판에 나타난 별의 밝기를 등급으로 정한 것 → 사진 건판은 파란색 근처의 빛에 민감하여 파란색 별이 밝게 측정된다.
- 안시 등급( $m_v$ ): 눈의 감도에 의한 별의 밝기를 등급으로 정한 것 → 사람의 눈은 초록색과 노란색의 빛에 민감하여 황록색 별이 밝게 측정된다.
- B, V 필터: 별의 등급과 색을 측정하기 위해 일반적으로 B 필터와 V 필터를 많이 사용한다. B 필터는 파란색, V 필터는 노란색 근처의 빛을 통과시키고, 이들 필터로 정해지는 겉보기 등급을 각각 B, V 등급이라고 한다. B 등급은 사진 등급( $m_p$ )과 비슷하고, V 등급은 안시 등급( $m_v$ )과 비슷하다. B 등급과 V 등급의 차이인  $(B - V)$ 는 천문학에서 많이 쓰이는 색지수 중 하나이다. 색지수  $(B - V)$ 는 별의 표면 온도가 높을수록 작다.



#### 개념 체크

- 세페이드 변광성: 별의 내부가 불안정하여 팽창과 수축을 되풀이 하면서 밝기가 주기적으로 변하는 별로, 변광 주기와 절대 등급 사이의 관계를 이용하여 거리를 구할 수 있다.
- 색지수: 서로 다른 파장대의 필터로 관측한 별의 겉보기 등급 차이로서, 짧은 파장대의 등급에서 긴 파장대의 등급을 뺀 값으로 정의한다. 색지수는 별의 표면 온도를 나타내는 척도가 된다.
- 분광형: 별의 표면 온도에 따라 달라지는 흡수선을 바탕으로 별을 분류한 것으로, 표면 온도가 높은 별부터 O, B, A, F, G, K, M형으로 나눈다.

1. 세페이드 변광성은 변광 주기가 길수록 광도가 ( ).
2. 색지수는 별의 표면 온도가 높을수록 ( )진다.
3. 색지수와 분광형은 별의 ( )에 따라 달라진다.

#### 정답

1. 크다
2. 작아
3. 표면 온도

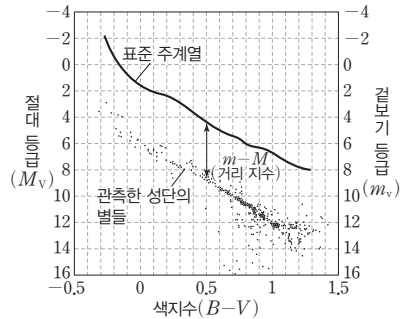
개념 체크

● **색등급도**: 별의 색지수를 가로축에, 별의 등급을 세로축에 나타낸 도표이다. 성단의 색등급도는 성단을 구성하는 별들의 색지수와 겉보기 등급으로 작성한다.

1. 색등급도에서는 왼쪽으로 갈수록 표면 온도가 ( ) 별이다.
2. 표준 주계열성의 색등급도와 성단의 색등급도를 비교하여 거리 지수를 구해 성단까지의 거리를 알아내는 것을 ( )라고 한다.
3. 같은 성단에 속한 별들은 나이가 거의 ( ) .
4. 나이가 ( ) 은 성단일수록 색등급도에서 전향점이 오른쪽 아래에 위치한다.

② 색등급도와 주계열 맞추기

- H-R도: 별의 표면 온도(분광형)를 가로축에, 별의 절대 등급(광도)을 세로축에 표현한 그림을 H-R도라고 한다.
- 색등급도: 별의 색지수를 가로축에, 별의 등급을 세로축에 표현한 그림을 색등급도(C-M도)라고 한다. 성단의 색등급도는 겉보기 등급( $m_v$ )을 사용한다.
- 성단의 주계열 맞추기: 색지수와 절대 등급이 알려진 표준 주계열성의 색등급도와 성단의 색등급도를 비교하면 성단을 구성하는 별들의 절대 등급을 알 수 있고, 이로부터 구한 거리 지수( $m-M$ )는 성단을 구성하는 별에서 거의 같다고 할 수 있으므로 성단까지의 거리를 구할 수 있다. 이를 주계열 맞추기라고 한다.
- 전향점과 성단의 나이
  - 질량이 큰 별은 수명이 짧아 주계열 단계를 빠르게 벗어난다.
  - 색등급도에서 성단을 이루는 별들이 주계열 단계에서 벗어난 지점을 전향점이라 하고, 성단의 나이가 많을수록 전향점이 오른쪽 아래로 이동한다.

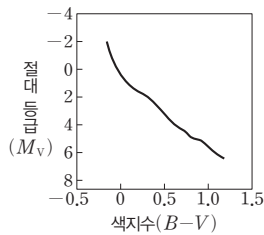


주계열 맞추기로 성단의 거리 구하기

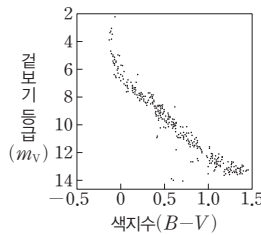
탐구자료 살펴보기 산개 성단과 구상 성단의 거리와 나이 추정하기

탐구 과정

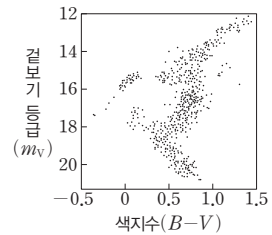
그림은 표준 주계열성의 색지수와 절대 등급, 산개 성단 플레이아데스와 구상 성단 M3의 색지수와 겉보기 등급을 나타낸 것이다. 주계열 맞추기로 산개 성단과 구상 성단의 거리 지수를 결정하여 거리를 구하고, 전향점에 있는 별들의 절대 등급을 비교해 본다.



표준 주계열성



플레이아데스



M3

탐구 결과

구분	플레이아데스	M3
거리 지수( $m-M$ )	5.7	15.07
거리(pc)	138	10327.6
전향점의 절대 등급	0	3

분석 point

- 전향점의 절대 등급이 클수록(= 전향점이 아래에 있을수록) 오래된 성단이다.
- 구상 성단이 산개 성단보다 주계열성의 비율이 낮은 이유는 구상 성단이 산개 성단보다 나이가 훨씬 많기 때문이다.

정답

1. 높은
2. 주계열 맞추기
3. 같다
4. 많

## 2 우리은하의 구조

### (1) 산개 성단과 구상 성단

① 산개 성단: 수백~수천 개의 별들이 허술하게 모여 있는 집단이다. 나이가 젊고 고온의 푸른색 별들이 많으며, 우리은하에서만 1000개가 넘게 발견된다. 주로 나선 은하와 불규칙 은하에서 발견된다.

- 같은 분자 구름에서 형성되어 나이가 비슷하고 비교적 최근에 형성되었기 때문에 젊은 별이 많다.
- 성단의 색: 주계열 단계에서 질량과 광도가 큰 별이 많이 있기 때문에 성단은 대체로 파란색을 띤다.

### ② 산개 성단의 색등급도

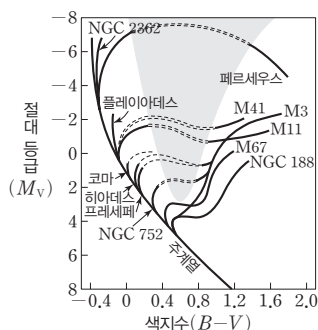
- 대부분 주계열성으로, 표면 온도가 높고 광도가 큰 별들이 많다.
- 전향점이 표면 온도가 높고 광도가 큰 곳에 위치하므로 산개 성단은 비교적 나이가 젊다는 것을 알 수 있다.
- 플레이아데스 성단의 전향점은 히아데스 성단의 전향점보다 광도가 큰 곳에 위치하므로 히아데스 성단보다 나이가 젊다는 것을 알 수 있다.
- 산개 성단의 색등급도에서는 광도가 클수록 주계열 단계와 적색 거성 단계 사이에 별들이 거의 없는데 이는 주계열성의 광도가 클수록 빠르게 진화하기 때문이다.

### ③ 구상 성단: 수만~수십만 개의 별들이 구형으로 매우 조밀하게 모여 있는 집단이다.

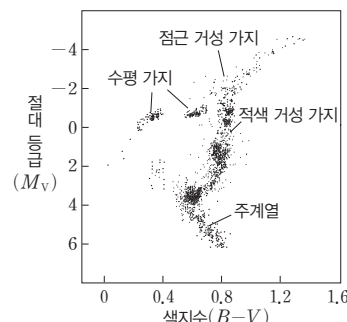
- 나이가 100억 년 이상인 것들도 관측될 만큼 오래전에 형성되었다. 형성 초기에 존재하였던 질량이 큰 별들은 주계열 단계를 벗어났다.
- 성단의 색: 현재 관측되는 별들은 대부분 적색 거성 또는 질량이 작은 주계열성이기 때문에 성단은 대체로 붉은색을 띤다.

### ④ 구상 성단의 색등급도

- 구상 성단의 색등급도에서 전향점에 위치하는 별은 산개 성단에서보다 상대적으로 어둡고 색지수가 크다. ➡ 주계열 단계에 남아 있는 별들은 질량이 작고 표면 온도가 낮아서 광도가 작은 별들이다.
- 구상 성단의 색등급도에는 주계열에 연결되는 적색 거성 가지에 별들이 많이 분포하고, 산개 성단에는 나타나지 않는 점근 거성 가지와 수평 가지에도 별들이 나타난다. 즉, 구상 성단은 나이가 많은 천체로 구성되었다는 것이다.



여러 산개 성단의 색등급도



구상 성단의 색등급도

### 개념 체크

- 산개 성단: 나이가 젊은 별이 많으며, 주계열 단계에 상대적으로 고온인 별도 많아 주로 파란색을 띤다.
- 구상 성단: 별들이 구형으로 매우 조밀하게 모여 있으며 주로 붉은색을 띤다.
- 전향점: 성단의 색등급도에서 별이 진화하여 주계열 단계를 벗어나는 지점이다. 나이가 적은 성단일수록 표면 온도가 높고 광도가 큰 곳에 위치한다.

1. 산개 성단은 대부분의 별이 ( )에 해당되므로 구상 성단에 비해 나이가 젊은 별이 ( ) .

2. 구상 성단에서 가장 늦게까지 주계열성으로 남아 있는 별은 질량이 ( ) 별이다.

3. 주계열성은 광도가 클수록 ( ) 진화한다.

### 정답

1. 주계열성, 많다
2. 작은
3. 빠르게

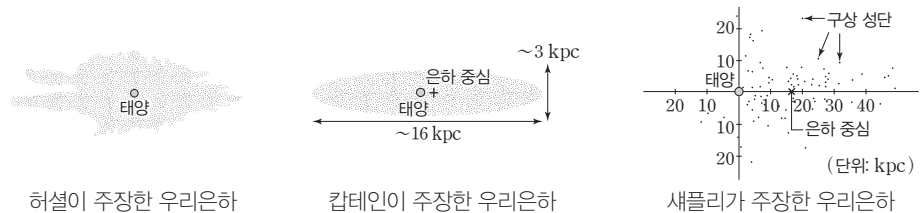
개념 체크

● **허셜과 캡테인의 우주:** 허셜과 캡테인은 별들의 광도가 모두 같다고 가정하고 어두운 별은 거리가 멀기 때문에 어둡다고 생각하였다.

1. 허셜은 태양이 우리은하의 ( )에 있다고 생각하였다.
2. ( )는 우리은하 내부에서 은하의 원반부를 바라는 모습이다.
3. 우리은하는 형태상으로 분류할 때 ( ) 은하이다.
4. 우리은하를 구형으로 감싸고 있어 희미하게 보이는 부분은 ( )이다.

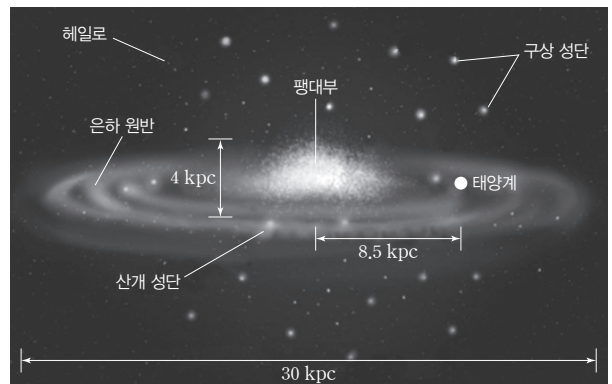
(2) 우리은하의 발견

- ① 허셜: 밤하늘에 있는 별의 수를 세어 최초로 우리은하 지도를 작성하였다. 허셜은 태양이 은하의 중심에 있다고 생각하였다.
- ② 캡테인: 하늘을 206개의 구역으로 나누어 별의 분포를 통계적으로 연구하였다. 태양은 우리은하의 중심 가까이에 위치하며, 우리은하가 납작한 회전 타원체를 이루고 있다고 하였다. 캡테인의 우주는 별들의 겉보기 등급과 분광형 등을 고려하여 공간 분포를 계산해 우리은하의 모습을 추정하였기 때문에 허셜의 우주보다 9배 정도 크기가 확장되었다.
- ③ 새플리: 변광성을 이용하여 구상 성단의 공간 분포를 알아내고 이를 이용하여 우주의 크기를 구하였다.
  - 궁수자리를 중심으로 구상 성단이 분포한다고 생각하였다.
  - 우리은하의 중심이 태양계가 아니라는 사실을 밝혀내었다.
  - 우리은하의 지름이 100 kpc 정도 된다고 생각하였다. 새플리가 우리은하의 크기를 이렇게 크게 추정한 이유는 성간 소광을 고려하지 않았기 때문이다.



(3) 우리은하의 모습

- ① 우리은하는 막대 모양의 구조와 나선팔을 가지고 있는 막대 나선 은하이다.
- ② 우리은하의 구성: 우리은하는 중심부에 구형의 중앙 팽대부, 은하면에 해당하는 은하 원반, 이를 둘러싸고 있는 헤일로로 구성되어 있다.
  - 중앙 팽대부: 궁수자리 방향의 은하 중심부는 나이가 많고 붉은색 별들이 모여 볼록하게 부풀어 오른 모양을 하고 있으며, 팽대부를 막대 모양의 구조가 가로지르고 있다.
  - 은하 원반: 막대 구조의 양끝에서 나선팔이 하나씩 뻗어 있고, 나선팔 중간쯤에서 가지가 갈라지는 구조이다. 은하 원반을 이루는 나선팔에는 주로 젊고 푸른 별들과 기체와 티끌로 이루어진 성간 물질이 분포하고 있다.
  - 헤일로: 우리은하를 구형으로 감싸고 있어 희미하게 보이며, 대체로 나이가 많고 붉은색을 띠는 별들이 분포하며, 주로 구상 성단이 분포한다.
- ③ 우리은하의 크기: 우리은하의 지름은 약 30 kpc이고, 태양계는 은하핵에서 약 8.5 kpc 떨어진 곳에 위치한다.



우리은하의 모습

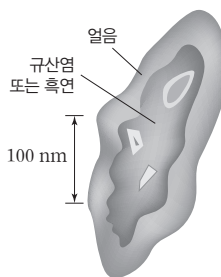
정답

1. 중심
2. 은하수
3. 막대 나선
4. 헤일로

### 3 성간 물질

#### (1) 성간 물질

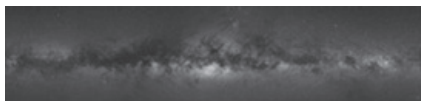
- 우주 공간에 존재하는 기체와 티끌을 성간 물질이라고 한다.
- 성간 물질의 약 99%(질량비)는 원자와 분자 형태로 존재하는 기체이며, 그중 수소와 헬륨이 가장 많다.
- 티끌은 규산염 또는 흑연, 얼음 등으로 이루어진 미세한 고체 입자로 성간 물질 중 약 1%(질량비)를 차지한다.



성간 티끌 모형

#### (2) 성간 소광

- 성간 티끌:** 성간 티끌은 별빛을 흡수하거나 산란시켜 우리 눈에 도달하는 별빛의 양을 감소시킨다. 성간 티끌은 빛을 흡수만 하지 않고, 자신의 온도에 해당하는 전자기파를 방출하며 대부분 적외선 영역에서 방출이 나타난다. 우리은하를 적외선으로 관측하면 은하 원반에 적외선 방출이 집중된 것을 볼 수 있으며, 이것은 성간 티끌이 은하 원반에 많이 분포하기 때문이다.
- 성간 소광:** 성간 물질에 의한 빛의 흡수와 산란으로 별빛의 세기가 원래보다 약해지는 현상을 성간 소광이라고 한다. 성간 소광량은 빛의 파장에 따라 다르다. 성간 티끌은 파장이 짧을수록 빛을 더 잘 흡수하거나 산란시켜 성간 소광을 일으킨다. 따라서 적외선으로 관측하면 가시광선으로는 잘 보이지 않는 별의 생성 장소나 은하 중심부를 자세히 관측할 수 있다.



가시광선으로 본 우리은하(성간 소광 많음)



적외선으로 본 우리은하(성간 소광 적음)

#### ③ 소광 보정

- 성간 소광이 일어나면 별이 더 어둡게 관측되므로 별의 겉보기 등급이 실제보다 크게 관측된다.
- 관측한 별의 겉보기 등급에 소광량만큼 보정해 주어야 정확한 거리를 구할 수 있다.
- $m - A - M = 5 \log r - 5$  ( $A$ : 성간 소광된 양을 등급으로 나타낸 값으로, 은하면 근처에서는 2등급/kpc이 평균값임)

### 개념 체크

- 성간 소광:** 빛의 소광은 가시광선과 자외선 영역에서 잘 나타나며, 상대적으로 파장이 긴 적외선 영역은 소광 효과가 훨씬 적다. 전파 영역에서는 거의 무시할 수 있을 정도로 작다.
- 성간 소광과 성간 적색화:** 성간 물질에 의한 성간 소광이나 성간 적색화의 정도는 우리은하의 은하면에 위치한 별들이 은하면에 수직인 방향에 위치한 별들보다 크다.

- 성간 티끌이 별빛을 흡수하거나 산란시켜 우리 눈에 보이는 별빛의 세기가 약해지는 현상을 성간 ( )이라고 한다.
- 성간 소광은 파장이 상대적으로 ( ) 가시광선보다 파장이 ( ) 적외선에서 적게 일어난다.
- 성간 소광이 일어난 별의 경우 겉보기 등급은 실제보다 ( ) .
- 성간 소광을 고려하지 않으면 별까지의 거리가 실제보다 ( ) 관측된다.

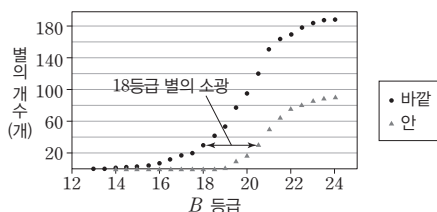
### 탐구자료 살펴보기 **항성 계수법으로 암흑 성운이 있는 지역과 없는 지역의 성간 소광량 비교하기**

#### 탐구 과정

암흑 성운을 B 필터로 찍은 사진에서 암흑 성운 안과 바깥에서 같은 면적에 포함된 특정 등급보다 밝은 별의 개수를 세어 그래프로 나타내고 성간 소광 정도를 알아본다.

#### 탐구 결과 및 정리

- 암흑 성운 내에는 바깥보다 관측되는 별의 숫자가 현저히 줄어들었다. 18등급의 별은 2등급 이상의 소광을 받았다.
- 같은 크기 영역의 하늘에는 동일한 숫자의 별이 존재한다고 가정하였다.



#### 정답

- 소광
- 짧은, 긴
- 크다
- 멀게

## 개념 체크

● **H I과 H II:** 천문학에서는 중성인 상태를 I, 전자를 하나 잃으면 II라고 쓴다. 따라서 중성 수소는 H I, 전자 1개를 잃은 수소 이온(H<sup>+</sup>)은 H II라고 쓴다.

1. 성간 티끌을 통과해 온 별빛에서 파장이 짧은 파란색 빛이 줄어들어 별이 실제보다 붉게 보이는 현상을 성간( )라고 한다.
2. 반사 성운이 파란색으로 보이는 것은 성간 티끌에서 파장이( ) 빛이 잘 산란되기 때문이다.
3. ( )이 밀집되어 있어 구름처럼 보이는 것을 성운이라고 한다.
4. 전리된 수소가 모여 있는 곳을( ) 영역이라고 한다.

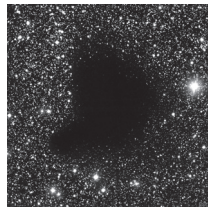
## (3) 성간 적색화

- ① 파장이 짧은 빛은 성간 티끌에 쉽게 흡수되거나 산란되어 버리고, 파장이 긴 빛은 상대적으로 성간 티끌을 잘 통과한다.
- ② 성간 적색화: 성간 티끌을 통과해 온 별빛은 파장이 짧은 파란빛은 줄어들고, 파장이 긴 붉은빛은 상대적으로 많이 도달하기 때문에 별이 실제 색깔보다 붉게 보이는 현상이 나타난다. 이를 성간 적색화라고 한다.
- ③ 색초과: 실제로 측정된 별의 색지수( $B-V$ )

와 그 별의 고유 색지수의 차이이다. 즉, 색초과=관측된 색지수-고유 색지수이다. 성간 적색화가 되면 별의 색지수가 고유의 값보다 크게 관측된다. ➔ 색초과 값이 클수록 성간 적색화가 더 크게 일어난 것이다.

- (4) 성운: 성간 기체나 성간 티끌과 같은 물질들이 다양한 형태를 이루며 밀집되어 있어서 구름처럼 보이는 것을 성운이라고 한다.

- ① 암흑 성운: 성간 티끌에 의해 별빛이 통과하지 못해 어둡게 보이는 성운 ➔ 성운 뒤쪽에 위치한 별의 빛이 성운에 흡수되거나 산란되어 우리 눈에 도달하지 못하므로 어둡게 보인다.
- ② 반사 성운: 성운 주변에 있는 밝은 별의 별빛을 산란시켜 뿌옇게 보이는 성운 ➔ 성간 티끌에 의한 산란은 파장이 짧은 파란색의 빛에서 잘 일어나므로 반사 성운은 주로 파란색으로 관측된다.
- ③ 방출 성운: H II 영역의 전리된 수소가 자유 전자와 재결합하는 과정에서 빛을 방출하여 밝게 보이는 성운 ➔ 성운 주변에 온도가 높은 별이 가까이 있으면 성운의 주요 구성 물질인 중성 수소 원자는 별에서 방출되는 자외선을 흡수하여 이온화되며, 이온화된 수소는 다시 자유 전자와 결합해 중성 수소로 되돌아가는데, 이 과정에서 에너지가 방출되면서 방출 성운이 나타난다. 이때 수소에 의해 방출되는 에너지는 붉은색에 해당하는 방출선이 강하여 방출 성운이 붉게 보이게 된다.



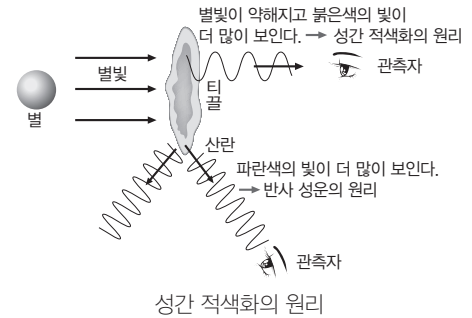
바너드68(암흑 성운)



메로페 성운(반사 성운)



장미 성운(방출 성운)



성간 적색화의 원리

- (5) 성간 기체: 성간 기체는 전체 성간 물질의 99%를 차지하고, 대부분 수소와 헬륨으로 이루어져 있다. ➔ 수소는 고온에서는 이온화 상태, 저온에서는 분자 상태로 주로 존재한다.

구분	수소의 상태
분자운	분자
H I 영역	중성 원자
H II 영역	이온

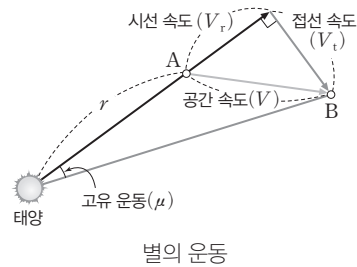
정답

1. 적색화
2. 짧은
3. 성간 물질
4. H II



## 4 우리은하의 회전과 질량

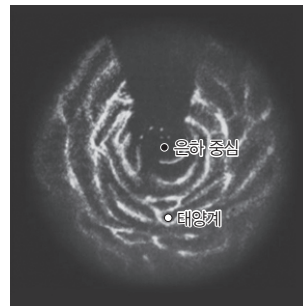
### (1) 별의 운동



- ① 고유 운동( $\mu$ ): 별이 1년 동안 천구상을 움직인 각거리로, 단위는 "/년이다.
- ② 공간 운동: 별이 우주 공간에서 실제로 운동하는 것을 공간 운동이라고 하며, 공간 속도( $V$ )는 접선 속도( $V_t$ )와 시선 속도( $V_r$ )를 각각 구하여  $V = \sqrt{V_t^2 + V_r^2}$ 으로부터 알아낸다.
- 시선 속도( $V_r$ ): 별이 관측자의 시선 방향으로 멀어지거나 접근하는 속도를 말하며, 도플러 효과에 의한 별빛의 파장 변화를 측정하여 구한다.  $\Rightarrow V_r = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} \times c$  ( $c$ : 빛의 속도,  $\lambda_0$ : 정지 상태에서 흡수선 파장,  $\Delta\lambda$ : 관측한 별의 흡수선 파장 변화량)
  - 접선 속도( $V_t$ ): 시선 방향에 수직인 방향의 선속도를 말하며, 별의 거리( $r$ )와 고유 운동( $\mu$ )을 이용하여 구한다.  $\Rightarrow V_t(\text{km/s}) \approx 4.74\mu r$  ( $\mu$ : "/년,  $r$ : pc)

### (2) 21 cm 전파의 관측과 해석

- ① 21 cm 수소선: 원자 상태로 존재하는 중성 수소는 양성자와 전자의 스핀 방향에 따라 두 종류의 에너지 상태로 존재한다.
- 자연 상태에서 중성 수소는 에너지가 높은 상태에서 에너지가 낮은 상태로 자발적으로 바뀌기도 하는데 이때 방출되는 것이 21 cm 전파이다.
- ② 나선팔 구조의 발견: 중성 수소 원자에서 방출되는 21 cm 전파를 관측하여 알아내었다.
- 은하 원반에 어둡게 보이는 성운은 대부분 수소 분자 가스로 이루어져 있다.
  - 전파는 성간 물질에 거의 흡수되지 않으므로 가시광선으로 알 수 없었던 은하의 구조를 알아내는 데에 중요한 역할을 한다.
  - 은하 원반에서 방출된 21 cm 전파를 전파 망원경으로 관측하여 도플러 이동을 분석하면 중성 수소 분포를 알 수 있고, 이를 통해 우리은하의 나선팔 구조를 확인하였다.
  - 2005년에 스피처 적외선 망원경의 관측 결과로부터 우리은하의 중심부에 막대 구조가 있음이 밝혀졌다.



21 cm 수소선 관측으로 알아낸 우리은하의 중성 수소 분포

### 개념 체크

● **별의 공간 운동**: 별이 우주 공간에서 실제 운동하는 것을 말하며, 같은 별자리에 속한 별이라도 각 별의 공간 운동이 다르므로 오랜 시간 후 별자리의 모양이 달라지게 된다.

1. 별의 공간 속도를 ( ) 속도와 ( ) 속도로 분해할 수 있다.
2. 별이 1년 동안 천구상을 움직인 각거리를 별의 ( )이라고 한다.
3. 시선 속도는 ( )에 의한 별빛의 파장 변화를 측정하여 구하며, 별이 지구로 접근하면 ( )편이, 멀어지면 ( )편이 나타난다.
4. 우리은하의 나선팔 구조는 중성 ( )가 방출하는 ( ) cm 파장의 전파를 관측하여 알아내었다.

#### 정답

1. 시선, 접선
2. 고유 운동
3. 도플러 효과, 청색, 적색
4. 수소, 21

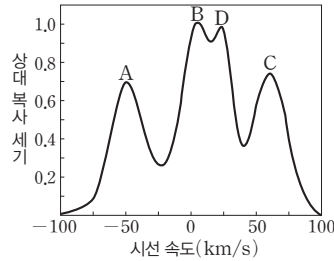
개념 체크

- 21 cm 전파: 양성자와 전자의 스핀 방향이 같은 중성 수소 원자가 스핀 방향이 서로 반대인 상태로 변하는 과정에서 파장이 21 cm인 전파가 방출된다.
- 별의 시선 속도: 태양에서 관측한 별의 시선 속도는 별의 시선 방향의 속도에서 태양의 시선 방향의 속도를 뺀 값이다.

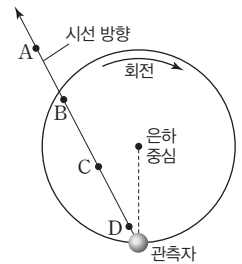
1. 중성 수소 구름에서 나오는 21 cm 전파의 세기는 ( ) 원자 수에 비례한다.
2. 은하 원반에 있는 성간 물질들은 ( )에 집중되어 있다.
3. 케플러 회전을 하는 은하면(은경  $0^\circ \sim 180^\circ$ )에서 21 cm 파의 시선 속도가 0보다 ( )게 나타나는 곳은 태양계보다 은하 중심에 가까운 곳이다.
4. 21 cm 전파의 ( ) 이동은 우리은하의 회전 속도 분포를 알아내는 데 이용된다.

③ 중성 수소 구름에서 나오는 방출선의 파장은 우리은하의 회전 때문에 도플러 이동을 일으키게 되므로 시선 속도를 통해 위치를 알 수 있으며, 방출선의 세기는 구름에서 시선 방향의 수소 원자 수에 비례한다.

- 중성 수소 구름 A~D가 케플러 회전을 할 때 시선 속도가  $-50 \text{ km/s}$ 에 해당하는 방출선은 A에 위치한 구름에서 나온 것이다.
- A~D 중 가장 빠르게 멀어지는 것은 회전 속도가 가장 큰 것이므로 은하 중심에서 가장 가까운 곳에 위치한 것이다. 따라서 시선 속도가  $+65 \text{ km/s}$ 에 해당하는 방출선은 C에 위치한 구름에서 나온 것이다.
- 시선 속도가  $+5 \text{ km/s}$ 와  $+25 \text{ km/s}$ 에 해당하는 방출선은 각각 B와 D에 위치한 구름에서 나온 것이다.
- B 영역에서 복사 세기가 가장 강하므로 수소의 양이 가장 많은 곳이 B라는 것도 알 수 있다.
- 우리은하의 원반에 분포하는 성운은 대부분 중성 수소 기체로 이루어져 있으며, 중성 수소는 주로 나선팔에 집중되어 있고 나선팔은 서로 다른 속도로 회전하고 있다.

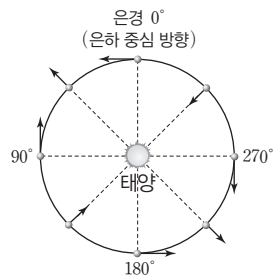


케플러 회전을 할 때의 시선 속도

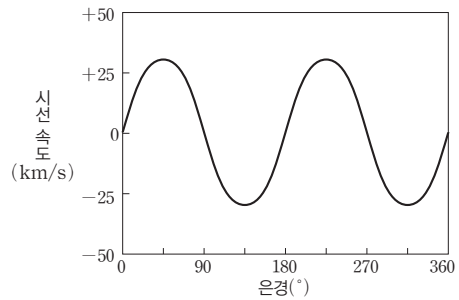


④ 태양계 부근 별들의 공간 운동

- 우리은하의 질량이 대부분 핵에 속해 있다면 별들의 궤도 운동 속도는 케플러 제3법칙에 의해서 중심에서 멀수록 느려질 것이다. ➔ 케플러 회전
- 은하면상에서 태양으로부터의 거리가 같은 별들의 시선 속도를 관측하면 은경  $0^\circ \sim 90^\circ$  사이와  $180^\circ \sim 270^\circ$  사이의 별들은 멀어지는 것처럼 보이고, 은경  $90^\circ \sim 180^\circ$  사이와  $270^\circ \sim 0^\circ$  사이의 별들은 가까워지는 것처럼 보인다. 이와 같은 관측 결과는 태양 근처의 별들은 은하 중심에서 멀어질수록 회전 속도가 감소한다는 것을 의미한다.



태양 부근 별의 상대 운동(방향)



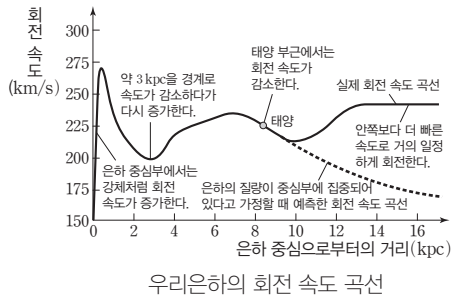
은경에 따른 시선 속도

⑤ 우리은하의 회전 곡선: 은하 중심으로부터 1 kpc까지는 속도가 급격히 증가하여 최댓값을 나타냈다가 다시 감소하여 3 kpc 근처에서 최소가 되고, 그 바깥에서 다시 증가한다. 태양 부근에서는 다시 감소하고, 태양계 바깥쪽 은하의 외곽에서는 다시 증가하다가 은하 중심에서 약 13 kpc에서부터는 거의 일정한 속도를 유지한다.

정답

1. 수소
2. 나선팔
3. 크
4. 도플러

- 1 kpc 이내 은하의 중심부는 강체와 같이 회전하며, 중심에서 멀어질수록 회전 속도가 증가한다.
- 중심에서 약 1~3 kpc 떨어진 궤도와 태양계 부근에서는 중심에서 멀어질수록 회전 속도가 감소한다.
- 태양계 외곽의 은하 회전 속도는 일정하게 감소하지 않고, 어느 정도 감소하다가 다시 증가한 후 13 kpc 이후로는 일정해진다. → 우리은하의 질량이 중심부에 집중되어 있지 않고 은하 외곽에도 상당히 분포하고 있음을 알 수 있으며, 이는 우리은하의 질량이 관측 가능한 물질 분포를 통해 구한 것보다 훨씬 크다는 것을 의미한다.



우리은하의 회전 속도 곡선

- ⑥ 우리은하의 질량: 은하핵을 중심으로 회전하는 별의 안쪽에 있는 물질의 총 질량이 은하 중심에 집중되어 있고, 질량 분포는 구 대칭을 이룬다고 가정한다.
- 별의 운동을 이용한 은하 질량 계산: 은하 질량이 별에 미치는 만유인력과 별이 원운동하기 위하여 필요한 구심력이 같아야 한다. 은하핵으로부터 8.5 kpc 떨어진 태양 궤도 안쪽 물질의 총 질량은 다음과 같다. →  $M_{8.5 \text{ kpc}} = \frac{rv^2}{G}$  ( $M_{8.5 \text{ kpc}}$ : 태양 궤도 안쪽 물질의 총 질량,  $G$ : 만유인력 상수,  $r$ : 은하핵으로부터 태양까지 거리,  $v$ : 태양의 회전 속도)
  - 케플러 제3법칙을 이용한 은하 질량 계산: 태양은 우리은하의 중심으로부터 약 8.5 kpc 떨어진 곳에서 약 220 km/s의 속력으로 회전하고 있으며, 은하핵을 한 번 공전하는 데 대략 2억 2500만 년이 걸린다. →  $M_{\text{은하}} + M_{\odot} = \frac{4\pi^2}{G} \cdot \frac{a^3}{P^2} \approx 10^{11} M_{\odot}$  ( $M_{\text{은하}}$ : 우리은하의 질량,  $M_{\odot}$ : 태양의 질량,  $G$ : 만유인력 상수,  $P$ : 은하 중심에 대한 태양의 회전 주기,  $a$ : 은하 중심으로부터 태양까지의 거리) → 이를 통해 구한 우리은하의 질량은 태양 질량의 약  $10^{11}$ 배이다.
  - 광도를 활용한 은하 질량 계산: 주계열성은 질량이 클수록 대체로 광도가 크게 나타나는데, 이를 은하에 적용할 수 있다. 우리은하에서 빛을 내는 물질들의 광도로 추정된 은하의 총 질량은 태양 질량의 약  $10^{11}$ 배이다. 이 값은 구상 성단의 운동을 통해 알아낸 우리은하의 질량보다 작다.

개념 체크

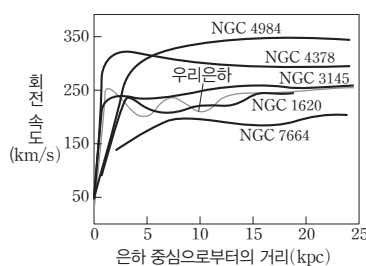
- 케플러 회전: 회전 중심에서 멀어질수록 회전 속도가 작아지는 회전
- 강체 회전: 회전 중심으로부터의 거리에 관계없이 각속도가 일정한 회전

1. 우리은하의 중심부는 ( )와 같은 회전을 하고 있다.
2. 태양 근처의 별들은 은하 중심으로부터의 거리가 멀어질수록 회전 속도가 ( )한다.
3. 우리은하의 나선팔 부분에 있는 별이 회전하는 데 필요한 구심력은 은하 질량이 별에 미치는 ( )과 같다.
4. 우리은하 외곽에서 관측 가능한 천체들을 이용하여 계산한 우리은하의 회전 속도는 실제 관측값보다 ( )이다.
5. 은하 중심에 대한 태양의 회전 주기와 은하 중심으로부터 태양까지의 거리를 케플러 제3법칙에 적용하여 구한 우리은하의 질량은 실제 우리은하의 질량보다 ( )다.



과학 돋보기 | 은하들의 회전 속도 곡선

- 우리은하뿐만 아니라 외부 은하들의 회전 속도 곡선도 케플러 회전을 나타내지 않는다.
- 회전 속도 곡선을 해석하면 외부 은하들도 질량이 중심에 집중되어 있지 않고 은하 외곽에도 상당히 분포하고 있음을 확인할 수 있다.
- 이를 통해 전자기파로는 관측되지 않는 암흑 물질이 존재한다는 것을 알 수 있다.



정답

1. 강체
2. 감소
3. 만유인력
4. 작다
5. 작

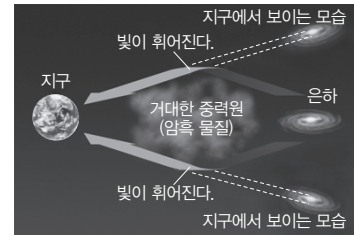
## 개념 체크

● **암흑 물질:** 빛을 방출하지 않아서 관측되지 않으므로 중력 렌즈 현상 또는 우리은하의 회전 속도 분석을 통해 간접적으로 존재를 추정하는 물질

1. 우리은하의 전체 질량 중 약 90%를 ( )이 차지한다.
2. 암흑 물질은 직접 관측을 통해 확인할 수 없으며, ( )과 같은 방법으로 추정한다.
3. 은하의 무리를 구성하는 가장 ( ) 단위로, 수십 개의 은하들로 이루어진 것을 은하군이라고 한다.

⑦ **암흑 물질:** 구상 성단의 운동을 통해 알아낸 우리은하의 질량은 약  $10^{12}M_{\odot}$  ( $M_{\odot}$ : 태양의 질량)로 우리은하에서 빛을 내는 물질들의 광도로 추정한 은하의 총 질량의 10배이다. 즉, 관측 가능한 질량은 우리은하 질량의 10% 정도이고, 나머지 90% 정도는 관측되고 있지 않다는 것이다. 이처럼 빛을 내지 않아 관측되지 않지만 질량을 가지는 미지의 물질을 암흑 물질이라고 한다.

- 암흑 물질은 직접 관측을 통해 확인할 수 없기 때문에 다른 천체의 빛의 경로가 암흑 물질의 중력에 의해 휘어지는 중력 렌즈 현상과 같은 방법으로 존재를 간접적으로 추정할 수 있으며, 정확한 성질과 정체는 알려져 있지 않다.
- 우리은하 질량의 90% 정도를 암흑 물질이 차지하고 있고, 이 물질은 우리은하를 크게 에워싸고 있다고 추정된다.
- 암흑 물질의 후보로는 액시온(AXION), 윌프(WIMP), 비활성 중성미자와 같은 작은 입자들이 있다.

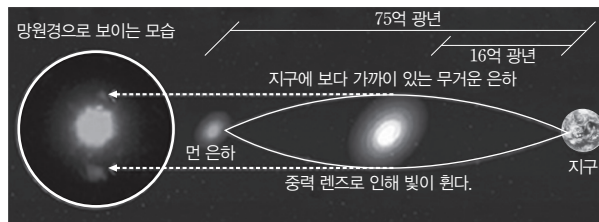
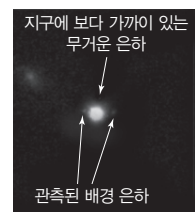


중력 렌즈 현상



## 과학 돋보기 | 중력 렌즈 현상

- 중력 렌즈 현상은 아주 먼 천체에서 나온 빛이 중간에 있는 거대한 천체에 의해 휘어져 보이는 현상을 의미한다. 은하단이나 블랙홀 같은 천체의 중력은 시공간을 휘게 만들어 빛의 경로가 휘어진다. 이 빛이 관찰자에게 도달하면 원래 광원의 모양은 원호 등으로 왜곡된다.
- 중력 렌즈 현상에 의한 빛의 경로는 중력 렌즈의 중심에 가까울수록 많이 휘어지고, 먼 곳에서는 적게 휘어진다.
- 광원은 보통 길쭉한 원호의 모양으로 관측되고, 여러 개의 상으로 나타나기도 한다.



## 5 우주의 구조

(1) **은하들의 집단:** 은하들은 독립적으로 존재하는 것이 아니라 다양한 규모의 집단을 이루고 있다.



- ① **은하군:** 은하의 무리를 구성하는 가장 작은 단위로 수십 개의 은하들이 서로의 중력에 속박되어 구성된 집단이다. 일반적으로 지름은 수 Mpc 정도이고 질량은 태양의  $10^{13}$ 배 정도이다.
  - **국부 은하군:** 우리은하가 속해 있는 은하군으로 지름은 약 3 Mpc(1000만 광년)이다.

정답

1. 암흑 물질
2. 중력 렌즈 현상
3. 작은

## 개념 체크

● **초은하단:** 은하군과 은하단으로 이루어진 대규모 은하의 집단으로, 초은하단을 이루는 각 은하단들은 서로 중력적으로 묶여 있지 않아 우주가 팽창함에 따라 흩어진다.

1. 우주에서 서로의 중력에 묶여 있는 천체 집단들 중 가장 규모가 큰 것은 ( )이다.
2. 우리은하에서 가장 가까운 은하단은 ( ) 은하단이다.
3. 초은하단에 속해 있는 은하단들은 서로 중력적으로 묶여 있지 않아 우주가 ( )함에 따라 흩어지고 있다.

• 국부 은하군은 규모가 큰 3개의 나선 은하(우리은하, 안드로메다은하, 삼각형자리은하)와 불규칙 은하, 타원 은하, 왜소 타원 은하 등 40개 이상의 크고 작은 은하들로 이루어져 있다. 국부 은하군의 무게 중심은 은하군 내에서 질량이 큰 우리은하와 안드로메다은하 사이에 있다. 우리은하와 가까운 곳에 위치한 대마젤란은하와 소마젤란은하는 우리은하로 접근하고 있어 약 20억 년 후에 우리은하와 충돌할 것으로 보이며, 안드로메다은하의 경우도 우리은하와 충돌할 것으로 예상된다.

② **은하단:** 수백 개~수천 개의 은하로 구성되어 은하군보다 규모가 더 큰 집단이다. 은하단은 우주에서 서로의 중력에 묶여 있는 천체들 중 가장 규모가 크다. 은하단의 지름은 2 Mpc~10 Mpc 정도이며, 질량은 태양 질량의  $10^{14}$ ~ $10^{15}$ 배 정도이다.

• 우리은하에서 가장 가까운 은하단인 처녀자리 은하단은 약 16.5 Mpc 거리에 있고, 약 1300개의 은하들로 구성되어 있다.

• 처녀자리 은하단은 대부분 나선 은하로 구성되는데, 중심으로 갈수록 타원 은하가 증가하며 중심부에는 M60, M84, M86, M87과 같은 거대 타원 은하가 위치한다.

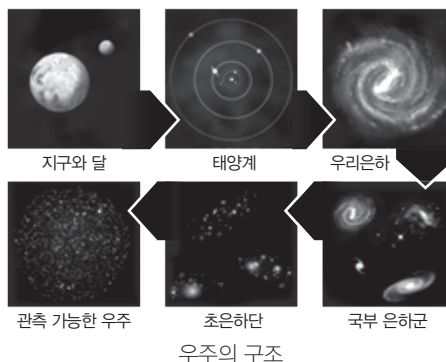
• 우리은하는 국부 은하군 내에서 안드로메다은하와 함께 국부 은하군의 중심 부근에 위치한다. 하지만 처녀자리 은하단을 포함하는 처녀자리 초은하단에서는 다른 은하의 무리에 비해 질량이 크지 않아 주변부에 위치한다.

③ **초은하단:** 은하군과 은하단으로 이루어진 대규모 은하의 집단이다. 관측 가능한 우주에 약 1000만 개가 존재한다.

• 초은하단은 은하들의 집단으로서는 가장 큰 단위이며, 규모가 수백 Mpc 정도로 크기 때문에 초은하단을 이루는 각 은하단들은 서로 중력적으로 묶여 있지 않고 우주가 팽창함에 따라 흩어지고 있다.

• 국부 은하군은 처녀자리 초은하단에 속해 있다. 처녀자리 초은하단은 처녀자리 은하단을 포함하여 적어도 100여 개의 은하군과 은하단으로 구성되어 있으며, 지름은 약 33 Mpc로 추정된다.

• 2014년 연구 결과에 따르면 처녀자리 초은하단은 라니아케아 초은하단이라는 거대 초은하단의 외곽에 분포한다는 것이 밝혀졌다. 라니아케아 초은하단에는 약 10만 개의 은하가 포함되어 있고, 지름은 약 160 Mpc이며, 질량은 태양 질량의 약  $10^{17}$ 배로 우리은하 질량의 수십만 배에 해당한다. 연구 결과에 따라 국부 초은하단은 처녀자리 초은하단이 아닌 라니아케아 초은하단으로 볼 수도 있다.



(2) **우주 거대 구조:** 1980년대 초반까지 과학자들은 초은하단이 우주에서 가장 큰 구조라 생각하였고 은하들이 우주에 고르게 분포할 것이라고 생각했다. 하지만 연구 결과 은하들은 우주에 고르게 분포하는 것이 아니라 일부 지역에 모여 집중적으로 분포한다는 사실을 알게 되었다.

### 정답

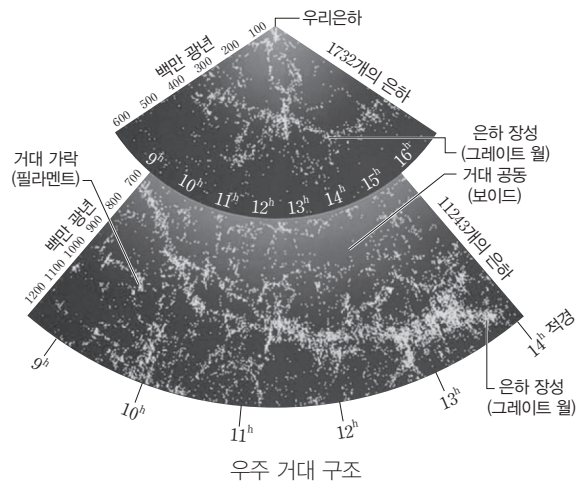
1. 은하단
2. 처녀자리
3. 팽창

## 개념 체크

● **거대 공동(void)**: 은하를 거의 또는 전혀 포함하지 않는 거대 가락(필라멘트) 사이의 광대한 공간으로, 거대 공동의 직경은 일반적으로 11 Mpc~150 Mpc이다.

- ( )는 거대 가락이 거대 공동을 둘러싼 거품처럼 생긴 구조이다.
- 우주 거대 구조는 중력을 통해서만 알 수 있는 ( )에 의해 형성된 것으로 추정된다.
- 우주 거대 구조는 시간에 따라 형태가 변하는데 이는 ( ) 결과 중 일부이다.
- 밀도가 높은 곳에서는 별과 은하가 만들어졌고, 밀도가 평균보다 낮은 곳에서는 ( )이 남게 되었다.

① 은하 장성(Great Wall): 대부분의 은하들이 그물망과 비슷한 거대 가락(필라멘트) 구조를 따라 존재한다. 초은하단보다 더 거대한 규모로 은하들이 모여 이룬 이러한 구조를 은하 장성(Great wall)이라고 한다. 은하 장성이 우주에서 볼 수 있는 최대 규모의 구조이다. 은하 장성의 크기는 10억 광년 이상이다. CfA2 은하 장성과 슬론 은하 장성, 헤르쿨레스자리-북쪽왕관자리 은하 장성 등이 있다.



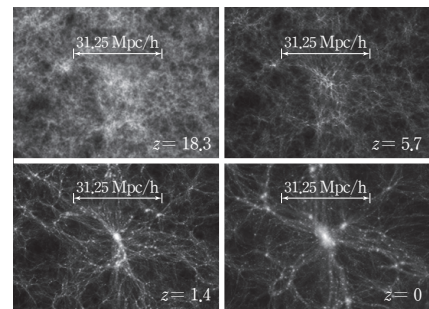
② 거대 공동(void): 우주에서 은하가 거의 없는 공간이다.

- 거대 공동의 밀도는 우주 평균 밀도의  $\frac{1}{10}$ 보다 낮으며, 직름은 대략 11 Mpc~150 Mpc에 이른다.
- 우주 전체 공간에서 은하가 차지하는 부피는 일부분이고, 거대 공동이 대부분을 차지한다.

③ 우주 거대 구조는 비누 거품 막처럼 속은 비어 있고 이 공간을 둘러싼 가장자리 부근에만 은하가 존재한다.

④ 우주 거대 구조 형성: 우주는 큰 구조 안에 작은 구조가 순차적으로 포함된 계층적 구조를 이루고 있으며, 우주의 거대 구조는 암흑 물질에 의해 형성된 것으로 생각된다. ➔ 암흑 물질은 질량이 있으므로 중력적으로 우리가 관측할 수 있는 일반 물질을 끌어당긴다. 즉, 암흑 물질이 분포하고 있는 형태에 따라 은하 장성과 같은 구조가 형성된다.

- 우주 배경 복사에서 상대적으로 뜨거운 영역은 은하 장성의 분포와 관련이 있고, 상대적으로 차가운 영역은 거대 공동의 분포와 관련이 있는 것으로 나타난다. ➔ 초기 우주의 에너지 밀도에 따른 온도 분포가 현재와 같은 우주 거대 구조를 형성하였다.
- 현대 우주론에 따르면 대폭발 이후 미세한 밀도 차이가 점점 커져서 은하를 형성하였다. 초기 우주에는 미세한 물질 분포의 차이가 있었고, 물질은 중력의 영향으로 밀도가 높은 곳으로 모여들어 별과 은하를 만들었다. 이 과정에서 밀도가 평균보다 높은 곳에서는 은하들이 계속 성장하여 은하군, 은하단, 초은하단을 이루었고, 밀도가 낮은 곳은 점점 더 비어 있는 공간으로 남게 되었다. 즉, 우주의 거대 구조를 우주 진화의 초기 단계 흔적으로 보고 있다.
- 우주 거대 구조의 형태는 시간에 따라 조금씩 변해 왔으며 이런 형태 변화는 우주 팽창의 결과 중 일부이다.



우주 거대 구조 형성(z: 적색 편이)

## 정답

- 우주 거대 구조
- 암흑 물질
- 우주 팽창
- 거대 공동(void)

**01** 표는 별 A, B, C의 연주 시차를 나타낸 것이다. [23030-0263]

별	A	B	C
연주 시차(")	0.76	0.20	0.0023

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

**보기**

- ㄱ. 별까지의 거리는 A가 C보다 가깝다.
- ㄴ. B까지의 거리는 0.2 pc이다.
- ㄷ. 지구 공전 궤도 반지름이 현재보다 길어진다면, A, B, C의 연주 시차는 모두 증가할 것이다.

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

**02** 표는 천체의 거리를 측정하는 방법 (가)~(라)를 나타낸 것이다. [23030-0264]

구분	방법
(가)	별의 연주 시차를 이용한다.
(나)	별의 밝기를 이용한다.
(다)	세페이드 변광성을 이용한다.
(라)	성단의 색등급도를 이용한다.

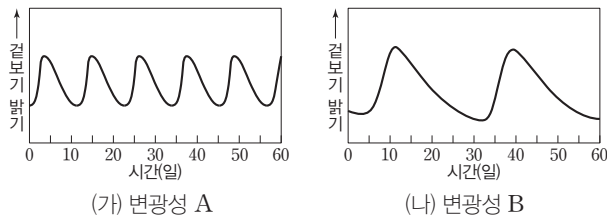
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

**보기**

- ㄱ. 외부 은하의 거리를 알아내는 데에는 (가)보다 (다)가 유리하다.
- ㄴ. (나)와 (다)는 거리를 알아내기 위해 거리 지수를 이용해야 한다.
- ㄷ. (라)를 이용하여 거리를 알아내기 위해서는 표준 주계열성의 색등급도를 이용해야 한다.

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

**03** 그림 (가)와 (나)는 각각 지구로부터의 거리가 같은 종족 I 세페이드 변광성 A, B의 시간에 따른 겉보기 밝기 변화를 나타낸 것이다. [23030-0265]



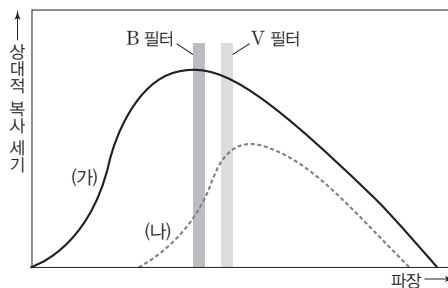
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

**보기**

- ㄱ. A와 B는 모두 맥동 변광성이다.
- ㄴ. 절대 등급은 A가 B보다 크다.
- ㄷ. 평균 겉보기 등급은 A가 B보다 크다.

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

**04** 그림은 두 별 (가)와 (나)의 파장에 따른 상대적 복사 세기를 나타낸 것이다. [23030-0266]



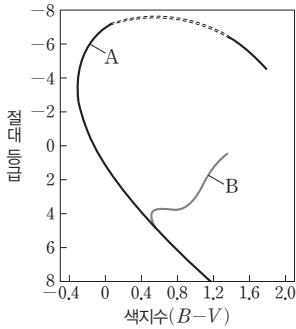
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

**보기**

- ㄱ. V 필터는 노란색보다 파란색 빛을 잘 통과시킨다.
- ㄴ. (가)는 B 필터보다 V 필터를 사용할 때 더 밝게 관측된다.
- ㄷ. (나)의 색지수(B-V)는 (+) 값을 갖는다.

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

05 그림은 두 산개 성단 A, B의 색등급도를 나타낸 것이다. [23030-0267]



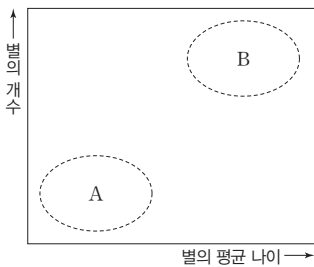
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 전향점에 위치한 별의 색지수는 A가 B보다 크다.
- ㄴ. 성단에서 주계열성이 차지하는 비율은 A가 B보다 크다.
- ㄷ. 성단의 나이는 A가 B보다 많다.

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

06 그림은 산개 성단과 구상 성단을 별의 개수와 평균 나이에 따라 A와 B로 구분하여 나타낸 것이다. [23030-0268]



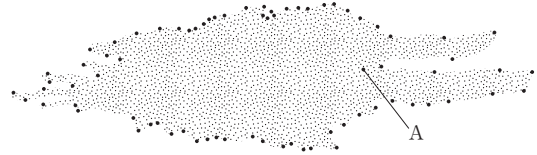
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 산개 성단은 A이다.
- ㄴ. B는 대체로 파란색으로 관측된다.
- ㄷ. 우리은하의 헤일로에서는 B보다 A가 주로 발견된다.

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

07 그림은 허셜이 주장한 우리은하의 모습을 나타낸 것이다. [23030-0269]



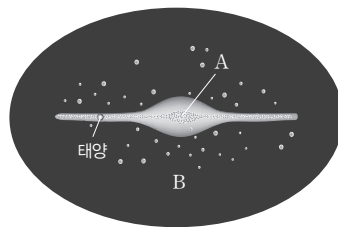
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 허셜은 여러 방향에서 별들을 세어 우주의 모습을 그렸다.
- ㄴ. 허셜은 우리은하가 곧 우주라고 생각하였다.
- ㄷ. 태양은 A에 위치한다.

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

08 그림은 우리은하를 옆에서 본 모습을 추정하여 나타낸 것이다. A와 B는 각각 헤일로와 팽대부 중 하나이다. [23030-0270]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A에는 막대 모양의 구조가 존재한다.
- ㄴ. 산개 성단은 주로 은하 원반보다 A에 분포한다.
- ㄷ. 은하 중심으로부터 태양까지의 거리는 10 kpc보다 멀다.

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



**09** 표는 성간 티끌과 성간 기체의 특징을 A와 B로 순서 없이 나타낸 것이다. [23030-0271]

구분	특징
A	온도와 밀도에 따라 다양한 상태로 존재한다.
B	성간 물질의 약 1%를 차지한다.

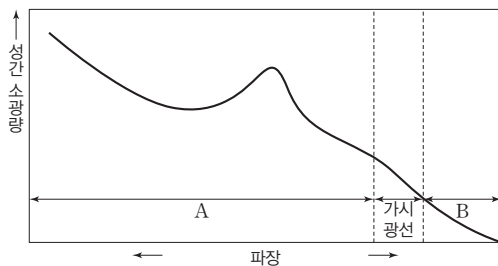
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 온도가 높을수록 개수 밀도가 커진다.  
 ㄴ. B는 주로 흑연, 규산염, 얼음으로 이루어져 있다.  
 ㄷ. 반사 성운이 빛나는 이유는 주로 A보다 B 때문이다.

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

**10** 그림은 성간 물질에 의한 별빛의 파장에 따른 상대적인 소광 정도를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 적외선과 자외선 중 하나이다. [23030-0272]



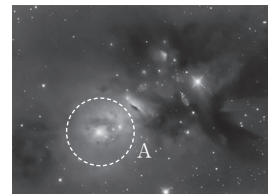
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

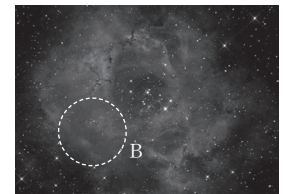
ㄱ. 평균 파장은 A가 B보다 짧다.  
 ㄴ. 은하 중심부나 별의 생성 장소를 관측하기 위해서는 적외선보다 자외선을 이용하는 것이 유리하다.  
 ㄷ. 가시광선 영역에서 성간 소광은 붉은색보다 파란색 영역에서 많이 일어난다.

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

**11** 그림 (가)와 (나)는 각각 반사 성운과 방출 성운의 모습을 나타낸 것이다. [23030-0273]



(가) 반사 성운



(나) 방출 성운

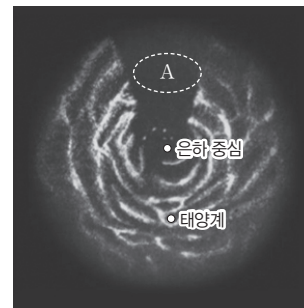
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A는 붉은색, B는 파란색으로 관측된다.  
 ㄴ. A와 B가 밝게 관측되는 주된 이유는 각각 성간 기체와 성간 티끌 때문이다.  
 ㄷ. B에는 전리된 수소가 존재한다.

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

**12** 그림은 우리은하의 중성 수소 분포를 나타낸 것이다. [23030-0274]



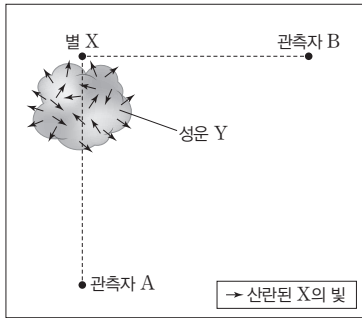
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A에는 중성 수소가 거의 분포하지 않는다.  
 ㄴ. 위와 같은 중성 수소 분포를 알아내기 위해서는 21 cm 전파의 도플러 이동을 측정해야 한다.  
 ㄷ. 중성 수소는 우리은하의 나선팔을 따라 균일하게 분포한다.

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

13 [23030-0275] 그림은 별 X와 성운 Y 및 관측자 A, B의 위치를 나타낸 것이다. A, B로부터 X까지의 거리는 서로 같다.

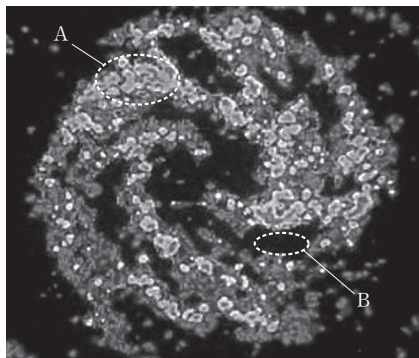


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 관측된 X의 색지수는 A가 B보다 크다.
  - ㄴ. 거리 지수를 이용하여 구한 X까지의 거리는 A가 B보다 멀다.
  - ㄷ. B가 관측할 때 Y는 반사 성운으로 관측될 수 있다.

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

14 [23030-0276] 그림은 어느 나선 은하를 21 cm 전파로 관측한 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. H I 영역은 B보다 A에 많이 분포한다.
  - ㄴ. B 영역은 성간 소광에 의해 21 cm 전파가 관측되지 않았다.
  - ㄷ. 중성 수소는 헤일로보다 나선팔에 주로 분포한다.

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

15 [23030-0277] 표는 은하 중심으로부터의 거리( $r$ )와 은하 중심에 대한 회전 속도( $V$ )와의 관계를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 강체 회전과 케플러 회전 중 하나이다.

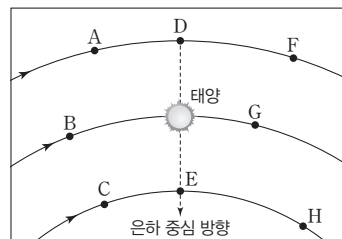
구분	$V$ 와 $r$ 의 관계
(가)	$V \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$
(나)	$V \propto r$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. (가)는 케플러 회전이다.
  - ㄴ. 은하에서 (가)와 같은 회전을 하는 영역에서는 거리에 관계없이 회전 주기가 일정할 것이다.
  - ㄷ. 은하의 질량이 은하 중심부에 집중되어 있다면, 은하 전체는 (나)와 같은 회전을 할 것이다.

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

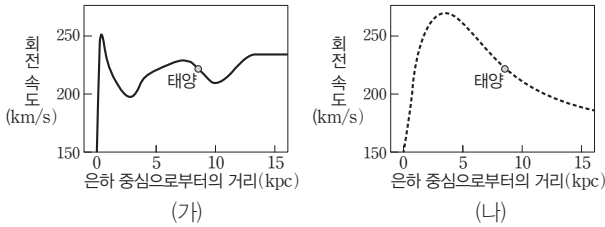
16 [23030-0278] 그림은 우리은하 중심에 대해 원 궤도로 케플러 회전을 하고 있는 태양과 별 A~H의 위치를 나타낸 것이다.



A~H 중 태양에서 관측했을 때 시선 속도가 각각 (-), 0, (+) 값을 갖는 별을 모두 옳게 고른 것은?

- |   | 시선 속도 (-) | 시선 속도 0    | 시선 속도 (+)  |
|---|-----------|------------|------------|
| ① | A, D, F   | B, G       | C, E, H    |
| ② | C, F      | B, G       | A, D, E, H |
| ③ | F, H      | B, D, E, G | A, C       |
| ④ | C, F      | B, D, E, G | A, H       |
| ⑤ | A, C      | B, D, E, G | F, H       |

**17** [23030-0279] 그림 (가)와 (나)는 우리은하의 질량 대부분이 은하 중심부에 집중되어 있다고 가정했을 때의 회전 속도 곡선과 실제 회전 속도 곡선을 순서 없이 나타낸 것이다.



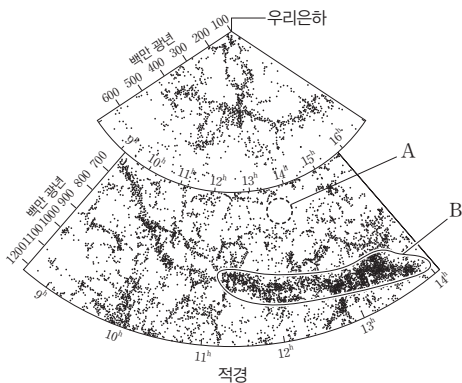
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 우리은하의 실제 회전 속도 곡선은 (가)이다.
- ㄴ. (가)와 (나) 모두 태양 부근에서는 강제 회전을 하고 있다.
- ㄷ. 태양보다 바깥쪽에서 회전하는 영역에서 은하의 평균 회전 속도는 (가)가 (나)보다 크다.

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

**18** [23030-0280] 그림은 우리은하로부터의 거리에 따른 은하들의 공간 분포를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 은하 장성과 거대 공동 중 하나이다.



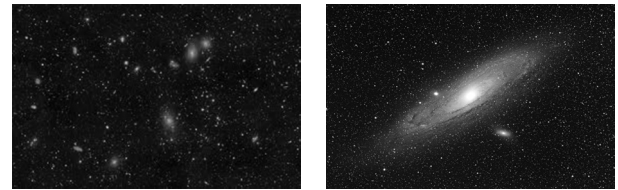
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 거대 공동이다.
- ㄴ. B의 밀도는 우주 평균 밀도보다 작다.
- ㄷ. A와 B의 형성은 우주 초기 밀도 분포와 관련이 있다.

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

**19** [23030-0281] 그림 (가)와 (나)는 각각 처녀자리 은하단과 안드로메다은하를 나타낸 것이다.



(가) 처녀자리 은하단

(나) 안드로메다은하

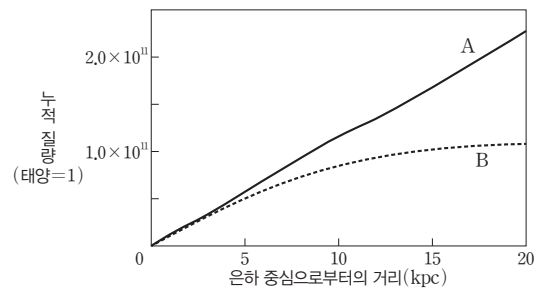
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (나)는 (가)에 포함된다.
- ㄴ. 우리은하에서 관측한 (나)의 시선 속도는 (-) 값을 갖는다.
- ㄷ. 지구로부터의 거리는 (가)가 (나)보다 멀다.

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

**20** [23030-0282] 그림은 우리은하의 중심으로부터의 거리에 따른 누적 질량을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 우리은하의 실제 회전 속도 곡선을 이용하여 계산한 값과 관측 가능한 물질을 이용하여 계산한 값 중 하나이다.



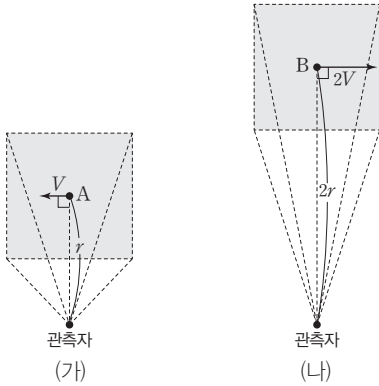
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 실제 우리은하의 누적 질량 분포는 A보다 B에 가깝다.
- ㄴ. 전자기파로 관측이 어려운 물질의 양은 은하 중심으로부터 멀어질수록 적어진다.
- ㄷ. 은하 중심으로부터의 거리가 15 kpc인 지점의 회전 속도는 A보다 B일 때 느리다.

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

21 [23030-0283] 그림 (가)와 (나)는 관측자로부터 멀어지고 있는 별 A, B의 접선 속도( $V$ )의 크기와 방향을 화살표로 나타낸 것이다. A와 B의 시선 속도는 같다.



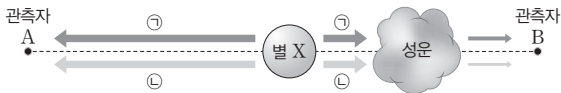
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A와 B 모두 적색 편이가 나타난다.
- ㄴ. 고유 운동은 A가 B보다 작다.
- ㄷ. 공간 속도는 A가 B보다 작다.

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

22 [23030-0284] 그림은 별 X에서 방출된 파장이 다른 두 가시광선 ㉠, ㉡이 X로부터 같은 거리에 있는 두 관측자 A, B에 도달하는 모습을 나타낸 것이다. 화살표의 두께는 빛의 세기에 해당하며, A, B로부터 X까지의 거리는 변하지 않는다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 파장은 ㉠이 ㉡보다 길다.
- ㄴ. X의 겉보기 등급은 A가 관측할 때보다 B가 관측할 때가 크다.
- ㄷ. A와 B에서 관측되는 X의 수소 흡수선 파장은 서로 같다.

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

23 [23030-0285] 표는 별 A, B, C의 연주 시차와 고유 운동을 나타낸 것이다.

별	A	B	C
연주 시차 (")	0.5470	0.2872	0.7692
고유 운동 ("/년)	10.3	5.2	3.9

별 A, B, C에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 지구로부터의 거리는 B가 A의 2배보다 멀다.
- ㄴ. C는 겉보기 등급이 절대 등급보다 작다.
- ㄷ. 접선 속도의 크기는 B가 C보다 크다.

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

24 [23030-0286] 다음은 어느 성단에 대한 설명이다.

이 성단은 황소자리에 위치한 지구에 가장 가까운 성단 중 하나이며  ㉠ 성단이다. 이 성단은 최근 1억 년 안에 만들어진 매우 뜨겁고 밝은 푸른색 별들이 가장 두드러지게 보이며 약 1000여 개의 별들로 이루어져 있다. 이 중 가장 밝은 별들 주위에서는 별빛이 성간 티끌에 의해 산란되면서 나타나는 성운인  ㉡이 관측된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 '산개'이다.
- ㄴ. ㉡은 붉은색으로 관측된다.
- ㄷ. 이 성단에서 주계열성이 차지하는 비율은 적색 거성이 차지하는 비율보다 크다.

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

## 01 다음은 거리 지수와 별까지의 거리와의 관계를 알아보기 위한 과정이다.

[23030-0287]

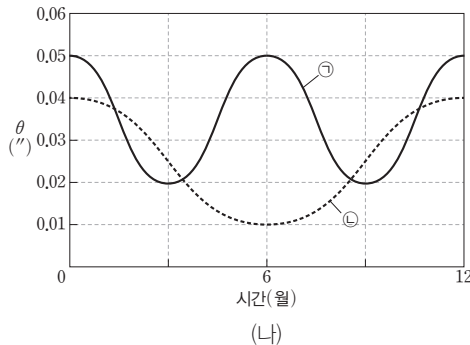
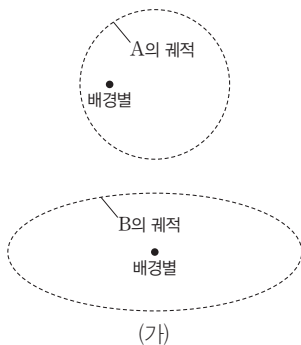
1등급의 별은 6등급의 별보다 100배 밝으므로 1등급 간의 밝기 비는  $100^{\frac{1}{5}}$ 배이다. 따라서 겉보기 등급이  $m_1, m_2$ 인 두 별의 밝기를 각각  $l_1, l_2$ 라고 할 때,  $\frac{l_1}{l_2} = \text{㉠}$ 이 성립한다. 지구로부터 어떤 별까지의 거리를  $r(\text{pc})$ , 이 별의 겉보기 등급을  $m$ , 겉보기 밝기를  $l$ , 절대 등급을  $M$ , 거리가 10 pc일 때의 밝기를  $L$ 이라고 할 때,  $\frac{L}{l} = \text{㉡}$ 이며, 별의 밝기는 거리의 제곱에 반비례하므로,  $\frac{L}{l} = \text{㉢}$ 이 성립한다. 따라서 이를 대입하여 정리하면  $m - M = 5 \log r - 5$ 이다.

㉠, ㉡, ㉢에 해당하는 것으로 옳은 것은?

- |                                 |                           |                    |                                 |                           |                    |
|---------------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------|
| ㉠                               | ㉡                         | ㉢                  | ㉠                               | ㉡                         | ㉢                  |
| ① $10^{\frac{1}{5}(m_2 - m_1)}$ | $10^{\frac{1}{5}(m - M)}$ | $\frac{r}{10}$     | ② $10^{\frac{1}{5}(m_2 - m_1)}$ | $10^{\frac{2}{5}(M - m)}$ | $(\frac{r}{10})^2$ |
| ③ $10^{\frac{2}{5}(m_2 - m_1)}$ | $10^{\frac{2}{5}(m - M)}$ | $\frac{r}{10}$     | ④ $10^{\frac{2}{5}(m_2 - m_1)}$ | $10^{\frac{2}{5}(m - M)}$ | $(\frac{r}{10})^2$ |
| ⑤ $10^{(m_2 - m_1)}$            | $10^{\frac{1}{5}(M - m)}$ | $(\frac{r}{10})^2$ |                                 |                           |                    |

## 02 그림 (가)는 1년 동안 절대 등급이 같은 두 별 A와 B가 천구상에서 이동한 궤적을, (나)는 A와 B가 배경별과 이루는 각( $\theta$ )의 시간에 따른 변화를 ㉠과 ㉡으로 순서 없이 나타낸 것이다.

[23030-0288]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 지구 공전 궤도면과 나란한 방향에 위치한다.
- ㄴ. ㉠에 해당하는 별은 B이다.
- ㄷ. A와 B의 겉보기 등급 차는 2보다 크다.

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

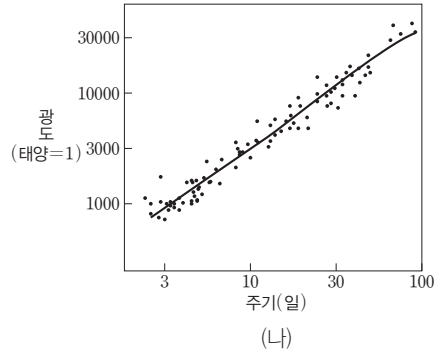
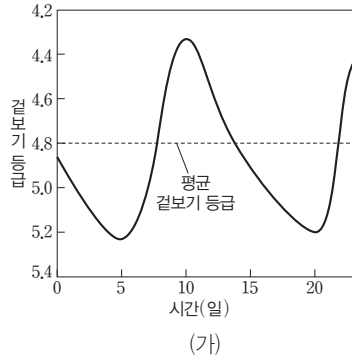
절대 등급은 별을 10 pc에 옮겨 놓았다고 가정했을 때의 밝기를 등급으로 정한 것이다. 별의 밝기는 거리의 제곱에 반비례한다.

연주 시차는 지구의 공전에 의해 가까운 별이 배경별에 대해 상대적으로 움직이며 나타난다.

세페이드 변광성의 변광 주기를 이용하여 광도를 알아 낼 수 있으며, 거리 지수를 이용하면 별까지의 거리를 구할 수 있다.

표준 주계열성의 절대 등급과 성단의 주계열성의 겉보기 등급을 비교하면 성단까지의 거리를 알 수 있다.

**03** 그림 (가)는 종족 I 세페이드 변광성 A의 겉보기 등급 변화를, (나)는 종족 I 세페이드 변광성의 주기-광도 관계를 나타낸 것이다. 태양의 절대 등급은 4.8이다. [23030-0289]



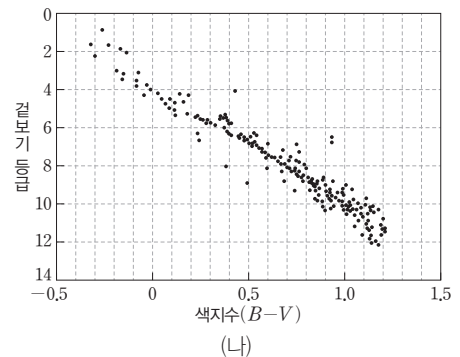
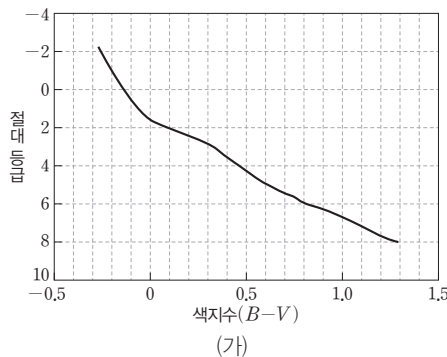
변광성 A에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

**보기**

- ㄱ. 변광 주기는 10일이다.
- ㄴ. 절대 등급은 0보다 크다.
- ㄷ. 지구로부터의 거리는 100 pc보다 멀다.

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

**04** 그림 (가)는 표준 주계열성의 색지수에 따른 절대 등급을, (나)는 어느 산개 성단의 색지수에 따른 겉보기 등급을 나타낸 것이다. [23030-0290]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

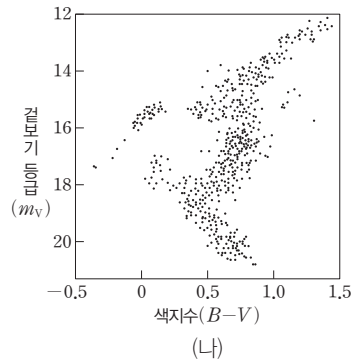
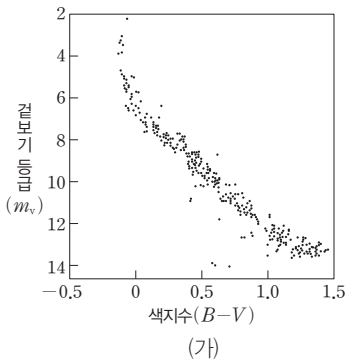
**보기**

- ㄱ. 주계열성은 표면 온도가 높을수록 광도가 크다.
- ㄴ. 이 성단의 주계열성들은 절대 등급이 겉보기 등급보다 크다.
- ㄷ. 지구로부터 이 성단까지의 거리는 100 pc보다 가깝다.

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

05 그림 (가)와 (나)는 어느 산개 성단과 구상 성단의 색등급도를 순서 없이 나타낸 것이다.

[23030-0291]



구상 성단은 대체로 나이가 많고 붉은색 별들로, 산개 성단은 대체로 나이가 적고 푸른색 별들로 이루어져 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단,  $m_v$ 는 V 필터 파장 영역에서 구한 등급이다.)

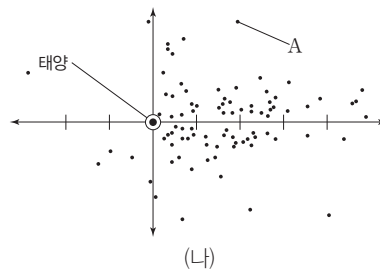
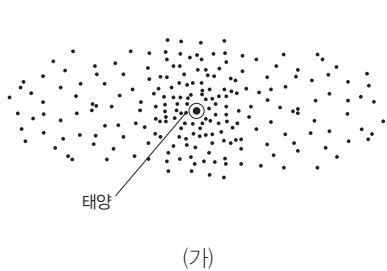
보기

- ㄱ. 주계열성의 평균 색지수는 (가)가 (나)보다 작다.
- ㄴ. 성단의 나이는 (가)가 (나)보다 많다.
- ㄷ. 지구로부터 성단까지의 거리는 (가)가 (나)보다 가깝다.

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

06 그림 (가)와 (나)는 새플리와 캡테인이 주장한 우리은하의 모습을 순서 없이 나타낸 것이다.

[23030-0292]



캡테인은 태양이 우리은하의 중심 부근에 위치한다고 주장하였으며, 새플리는 태양이 우리은하 중심 부근에 위치하지 않는다고 주장하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 별이다.
- ㄴ. (나)에서 우리은하의 지름은 실제 우리은하의 지름보다 크다.
- ㄷ. 은하 중심으로부터 태양까지의 거리는 (가)가 (나)보다 가깝다.

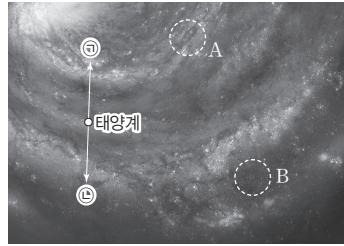
- ① ㄱ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

나선팔은 우리은하 중심을 휘 감은 형태로 회전한다. 중앙 팽대부는 나이가 많고 붉은색 별들이 모여 볼록하게 부풀어 오른 모습을 하고 있다.

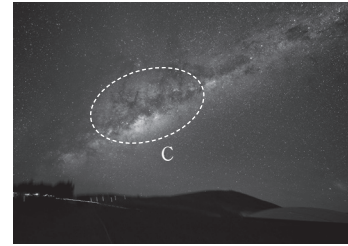
성간 티끌에 의해 별빛이 통과하지 못해 어둡게 보이는 성운을 암흑 성운이라고 한다.

[23030-0293]

07 그림 (가)는 우리은하의 나선팔 구조와 태양계의 위치를, (나)는 지구에서 관측한 은하수의 모습을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

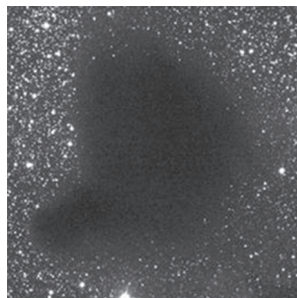
보기

- ㄱ. 성간 물질이 차지하는 비율은 은하 중심보다 A가 크다.
- ㄴ. 중성 수소의 밀도는 A가 B보다 크다.
- ㄷ. C와 같이 가운데가 볼록한 띠 모양의 은하수는 ㉠보다 ㉡ 방향을 관측할 때 잘 나타난다.

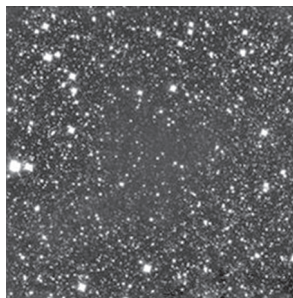
- ① ㄱ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[23030-0294]

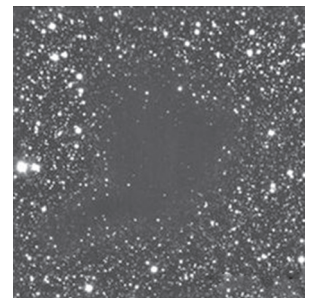
08 그림 (가)는 어느 성운을 가시광선 영역에서 관측한 모습을, (나)와 (다)는 이 성운을 서로 다른 파장에서 관측한 모습을 나타낸 것이다.



(가)



(나)



(다)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

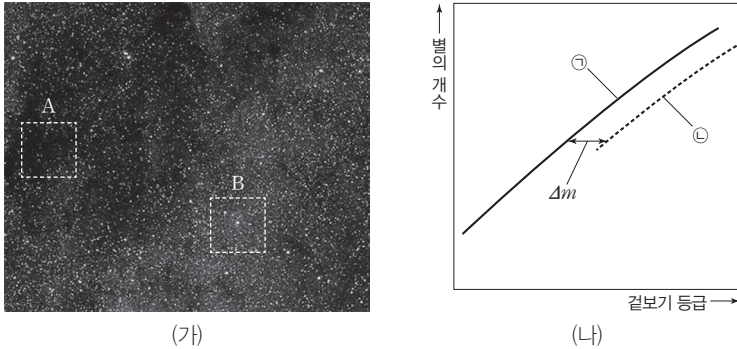
보기

- ㄱ. 이 성운은 발광 성운이다.
- ㄴ. 관측 파장은 (나)가 (다)보다 길다.
- ㄷ. 이 성운은 대부분 이온화된 수소로 이루어져 있다.

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



**09** [23030-0295] 그림 (가)는 암흑 성운이 분포하는 어느 사진에 암흑 성운이 있는 영역과 없는 영역을 각각 A, B로 나타낸 것이고, (나)는 (가)의 A와 B에서 별의 등급에 따라 관측되는 별의 개수를 ㉠과 ㉡으로 순서 없이 나타낸 것이다.



암흑 성운 안쪽 영역은 성간 소광이 일어나 성운 바깥쪽 영역에 비해 관측되는 별의 수가 적다.

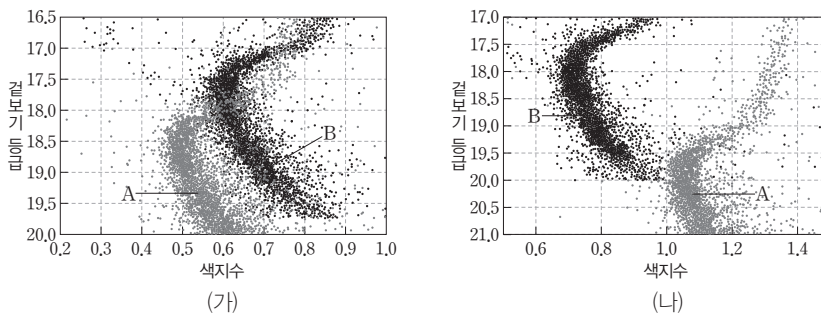
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A에서의 별의 개수 분포를 나타낸 것은 ㉠이다.
- ㄴ.  $\Delta m$ 이 클수록 성간 소광량이 많다.
- ㄷ. (가)를 관측한 파장보다 더 짧은 파장을 이용하여 관측하면, A에서 관측되는 별의 개수는 더 많아질 것이다.

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

**10** [23030-0296] 그림 (가)와 (나)는 구상 성단 A와 B의 색등급도를 실제 관측한 값과 성간 물질에 의한 효과를 보정했을 때의 값으로 구분하여 순서 없이 나타낸 것이다.



별빛이 성운을 통과하는 과정에서 성간 소광과 성간 적색화가 일어나면 밝기는 어두워지고 색지수는 커진다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

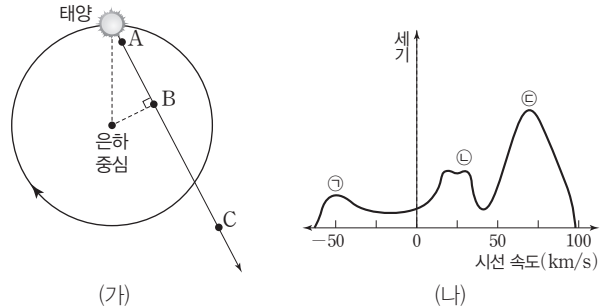
보기

- ㄱ. (가)는 성간 물질에 의한 효과를 보정했을 때의 색등급도이다.
- ㄴ. 지구로부터의 거리는 A가 B보다 멀다.
- ㄷ. 성간 적색화의 정도는 A가 B보다 크다.

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

케플러 회전을 하는 경우 우리은하 중심으로부터의 거리가 멀수록 회전 속도가 느려진다.

11 그림 (가)는 원 궤도로 케플러 회전을 하고 있는 태양과 중성 수소 구름 A, B, C를, (나)는 A, B, C의 시선 속도에 따른 21 cm 전파의 복사 세기를 ㉠, ㉡, ㉢으로 순서 없이 나타낸 것이다. [23030-0297]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

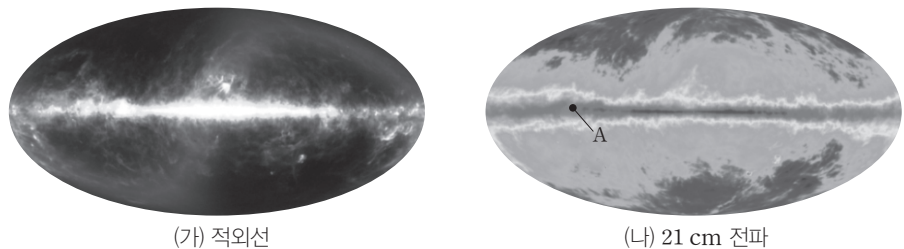
보기

- ㄱ. 은하 중심에 대한 회전 속도는 A가 B보다 빠르다.
- ㄴ. A와 B는 적색 편이가 나타난다.
- ㄷ. ㉠은 A에서 방출된 것이다.

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

성간 티끌은 적외선을 주로 방출하며, 중성 수소 원자는 21 cm 전파를 방출한다.

12 그림 (가)와 (나)는 각각 적외선과 21 cm 전파로 관측한 우리은하의 모습을 나타낸 것이다. [23030-0298]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 적외선과 21 cm 전파 모두 우리은하의 헤일로보다 은하면에서 강하게 방출된다.
- ㄴ. 성간 티끌의 분포를 알아내는 데에는 (가)가 (나)보다 유리하다.
- ㄷ. 지구에서 A 방향으로 관측하면 21 cm 전파의 세기는 시선 속도와 관계없이 일정하다.

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

13 그림은 어느 별이 약 3년 동안 지구의 공전과 별의 공간 운동에 의해 천구상에서 이동한 궤보기 이동 경로를 나타낸 것이다. [23030-0299]



거리가 가까운 별의 경우 지구의 공전과 별의 공간 운동에 의해 천구상에서의 이동 경로가 복잡하게 나타난다.

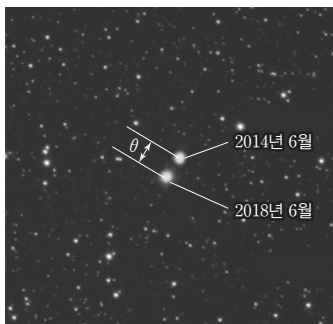
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A-B 기간과 B-C 기간 동안 별의 공간 운동에 의한 접선 속도의 방향은 서로 반대이다.
- ㄴ. C에서 D까지 이동하는 데 걸린 시간은 약 1년이다.
- ㄷ. 접선 속도는 같고, 별까지의 거리가 가까워진다면  $\Delta\theta$ 는 작아질 것이다.

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

14 그림은 2014년 6월과 2018년 6월에 관측한 별 A의 천구상에서의 위치를, 표는 별 A와 B의 물리량을 나타낸 것이다. 공간 속도의 크기는 A가 B보다 작다. [23030-0300]



구분	A	B
시선 속도(km/s)	-110.6	-110.6
고유 운동(" /년)	10.3	( ㉠ )
연주 시차(")	0.56	0.56

연주 시차를 통해 별까지의 거리를 알 수 있으며, 시선 속도와 공간 속도를 통해 접선 속도를 유추할 수 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

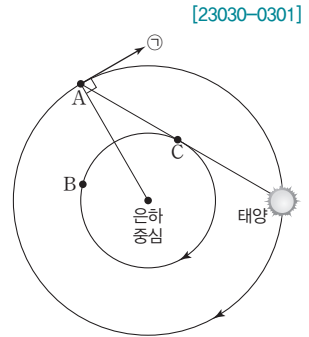
- ㄱ.  $\theta$ 는  $40''$ 보다 크다.
- ㄴ. A의 궤보기 등급은 절대 등급보다 크다.
- ㄷ. ㉠은 10.3보다 크다.

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

시선 속도는 별이 관측자의 시선 방향으로 멀어지거나 가까워지는 속도를 말하며, 접선 속도는 관측자의 시선 방향에 수직인 방향의 속도를 말한다.

태양의 회전 속도와 은하 중심으로부터의 거리를 알면, 우리은하의 질량을 계산할 수 있다.

**15** 그림은 우리은하 중심에 대해 원 궤도로 케플러 회전을 하고 있는 태양과 별 A, B, C의 위치를 나타낸 것이다. 태양계에서 관측했을 때에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



[23030-0301]

보기

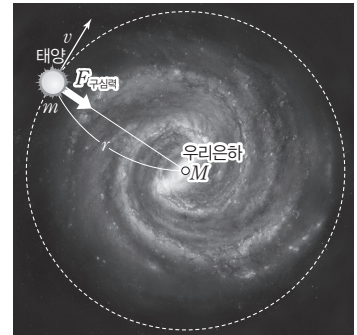
- ㄱ. ①은 A의 접선 속도 방향이다.
- ㄴ. 시선 속도의 크기는 B가 C보다 크다.
- ㄷ. C의 시선 속도는 C가 은하 중심에 대해 회전하는 속도보다 느리다.

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

**16** 다음은 우리은하 중심에 대한 태양의 회전 속도를 이용하여 우리은하의 질량을 구하는 과정 중 일부를 나타낸 것이다.

[23030-0302]

태양의 질량을  $m$ , 은하 중심으로부터의 거리를  $r$ , 우리은하 중심에 대한 태양의 회전 속도를  $v$ , 태양의 궤도 안쪽에 존재하는 은하의 질량을  $M$ 이라 하고,  $M$ 은 은하 중심에 집중되어 있다고 하자.  $M$ 이 태양에 미치는  ㉠ 의 크기와 태양에 작용하는 구심력이 같다고 가정하면,  $\frac{GmM}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ 의 관계가 성립한다. 따라서  $M = \text{㉡}$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

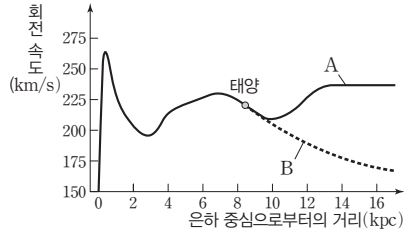
보기

- ㄱ. ㉠은 만유인력이다.
- ㄴ. 위의 과정을 통해 우리은하의 질량을 구하기 위해서는 태양이 우리은하 중심을 기준으로 등속 원운동 한다는 가정이 필요하다.
- ㄷ. ㉡에 의하면 은하 중심으로부터 태양까지의 거리가 일정할 때, 태양 궤도 안쪽에 존재하는 은하의 질량이 클수록 은하 중심에 대한 태양의 회전 속도는 증가한다.

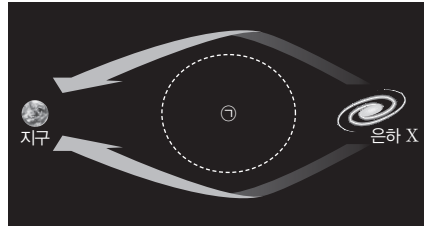
- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[23030-0303]

17 그림 (가)는 별의 광도로부터 추정한 우리은하의 회전 속도 분포와 실제 회전 속도 분포를 A와 B로 순서 없이 나타낸 것이고, (나)는 전자기파를 이용한 관측이 불가능한 물질(㉠)로 이루어진 거대 중력원에 의해 은하 X에서 방출된 빛이 휘어지는 모습을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠과 같은 물질의 영향이 반영된 회전 속도 곡선은 B이다.
- ㄴ. (나)에서 지구의 관측자는 X가 여러 개의 상으로 나타나는 현상을 관찰할 수 있다.
- ㄷ. 우리은하의 질량 대부분은 전자기파를 이용하여 관측 가능한 물질로 이루어져 있다.

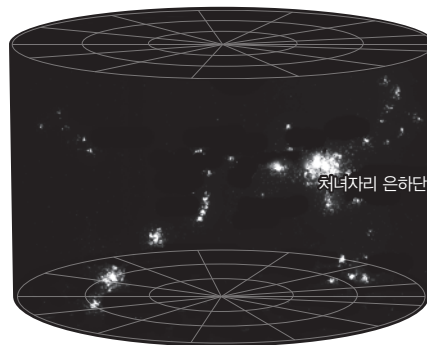
- ① ㄱ                      ② ㄴ                      ③ ㄱ, ㄷ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[23030-0304]

18 그림 (가)와 (나)는 각각 국부 은하군과 처녀자리 초은하단을 나타낸 것이다.



(가) 국부 은하군



(나) 처녀자리 초은하단

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 우리은하는 (가)의 무게 중심에 위치한다.
- ㄴ. (나)의 처녀자리 은하단은 (가)를 포함한다.
- ㄷ. (나)를 구성하는 은하단들은 서로의 중력에 속박되어 있지 않다.

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

암흑 물질은 전자기파로는 관측이 불가능하지만, 질량을 가지고 있어 중력 렌즈 현상을 유발한다.

국부 은하군에는 우리은하와 안드로메다은하 등이 속해 있다. 처녀자리 초은하단은 국부 은하군과 처녀자리 은하단을 포함하여 약 100여 개의 은하군과 은하단으로 구성되어 있다.

은하군, 은하단, 초은하단 중 공간 규모는 초은하단이 가장 크며, 은하군이 가장 작다.

은하들은 우주에 고르게 분포하지 않고, 거대 가락과 같은 일부 지역에 모여 집중적으로 분포한다.

[23030-0305]

19 표는 은하들의 집단에 따른 특징을 나타낸 것이다. (가), (나), (다)는 각각 국부 은하군, 처녀자리 은하단, 처녀자리 초은하단 중 하나이며, 우리은하의 질량은 약  $10^{12}M_{\odot}$ 이다.

구분	특징
(가)	약 100여 개의 은하단과 은하군으로 구성되어 있으며, 규모는 약 30 Mpc이다.
(나)	수백~수천 개의 은하로 구성되어 있으며, M84, M86과 같은 거대 타원 은하가 존재한다.
(다)	수십 개의 은하로 구성되어 있으며, 우리은하가 포함된다.

(가), (나), (다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단,  $M_{\odot}$ 은 태양의 질량이다.)

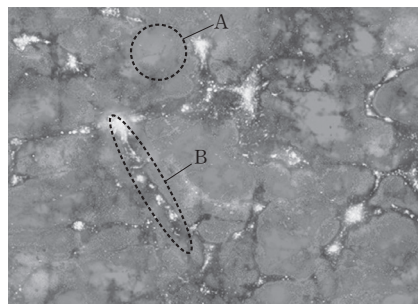
보기

ㄱ. 공간 규모는 (가)가 가장 크다.  
 ㄴ. (나)를 구성하는 대부분의 천체들은 우주의 팽창에 의해 서로 멀어지고 있다.  
 ㄷ. (다)의 질량은 약  $10^{15}M_{\odot}$ 이다.

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

[23030-0306]

20 그림은 시뮬레이션으로 얻은 우주 거대 구조의 일부를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 거대 가락과 거대 공동 중 하나이다.



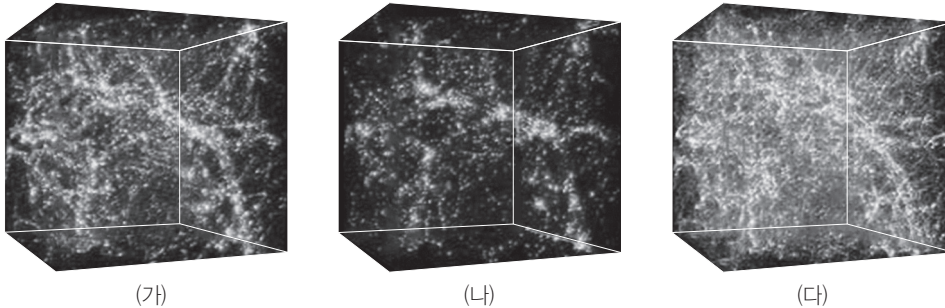
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 초은하단은 주로 A보다 B에 분포한다.  
 ㄴ. 암흑 물질의 평균 밀도는 A가 B보다 크다.  
 ㄷ. 우주 전체에서 차지하는 부피는 A가 B보다 크다.

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

21 그림 (가), (나), (다)는 시간에 따른 우주 거대 구조 형성 모의 실험 결과 중 일부를 순서 없이 나타낸 것이다. [23030-0307]



초기 우주에는 물질이 약간 뭉쳐 있는 형태로 나타나며, 시간이 지날수록 밀도가 높은 지역으로 좀 더 많은 물질이 끌려 들어가 우주 거대 구조가 뚜렷해진다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

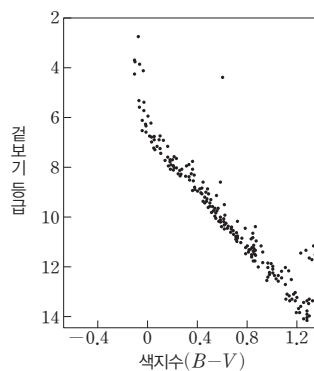
보기

- ㄱ. 우주 거대 구조의 형성 순서는 (다) → (가) → (나)이다.
- ㄴ. 우주 초기에 밀도가 상대적으로 높았던 곳에는 거대 공동이 형성되었다.
- ㄷ. 암흑 물질은 위와 같은 우주 거대 구조 형성 과정에 영향을 미쳤다.

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

22 표는 어느 성단을 구성하고 있는 별 (가), (나), (다)의 색지수와 겉보기 등급을, 그림은 이 성단의 색등급도를 나타낸 것이다.  $U, B, V$ 는 각각  $U, B, V$  필터를 사용하여 정한 별의 겉보기 등급이다. [23030-0308]

별	색지수		겉보기 등급
	$(U-B)$	$(B-V)$	
(가)		-0.08	+3.62
(나)	-0.34	-0.09	+2.87
(다)		+0.50	+9.43



색지수가 클수록 표면 온도가 낮다. 주계열성은 질량이 클수록 진화 속도가 빨라 질량이 작은 주계열성보다 먼저 주계열을 벗어나 거성으로 진화한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

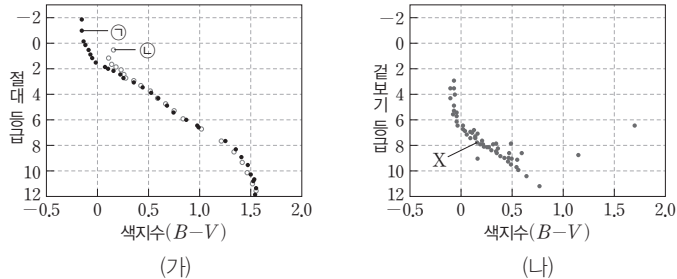
보기

- ㄱ. 표면 온도는 (가)가 (다)보다 높다.
- ㄴ. (나)는  $U$  등급이  $V$  등급보다 작다.
- ㄷ. 이 성단의 나이는 (다)가 주계열 단계에 머무는 시간보다 짧다.

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

성단이 진화함에 따라 색등급도의 왼쪽 위에 위치한 질량이 큰 주계열성부터 점차 주계열을 벗어난다.

23 그림 (가)는 모의실험으로 구한 성단의 나이가 0.5억 년과 5억 년일 때의 색등급도를 ㉠과 ㉡으로 순서 없이 나타낸 것이고, (나)는 어느 성단 X의 색등급도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

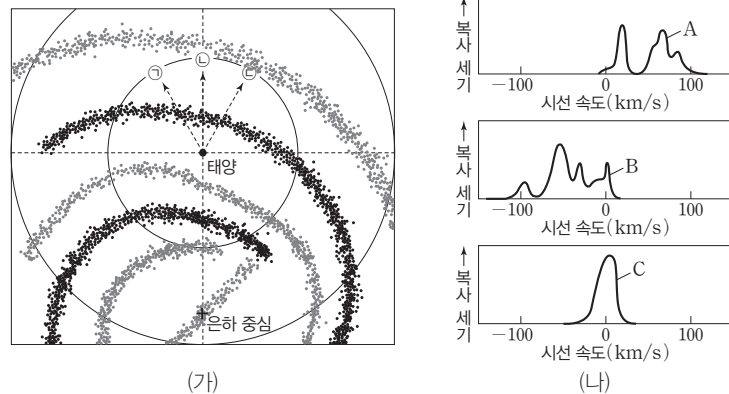
보기

- ㄱ. 주계열성의 평균 색지수는 ㉠이 ㉡보다 크다.
- ㄴ. X의 나이는 5억 년보다 많다.
- ㄷ. X를 구성하고 있는 주계열성들은 겉보기 등급이 절대 등급보다 크다.

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

21 cm 전파는 중성 수소 구름에서 방출되므로, 시선 속도에 따른 21 cm 전파의 복사 세기 분포를 이용하면 우리은하의 나선팔 구조를 알아 낼 수 있다.

24 그림 (가)는 우리은하의 중성 수소 구름 분포를, (나)는 (가)의 ㉠, ㉡, ㉢ 방향으로 측정된 21 cm 전파의 복사 세기를 A, B, C로 순서 없이 나타낸 것이다. (가)의 태양과 중성 수소 구름은 케플러 회전을 한다고 가정한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 ㉠ 방향에서 관측한 것이다.
- ㄴ. C를 관측한 방향에는 은하의 나선팔이 하나만 존재한다.
- ㄷ. 우리은하 전체가 강체 회전을 한다면, ㉢ 방향에서 관측한 시선 속도에 따른 복사 세기 그래프는 A, B, C 중 B와 가장 비슷할 것이다.

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