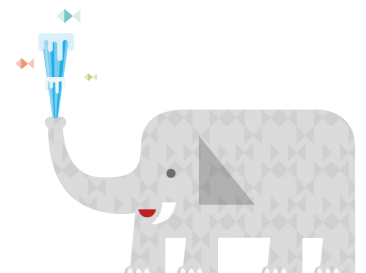




정답과 해설





V. 여러 가지 화학 반응

01 산과 염기

기본기 잡는 개념 확인 문제

p. 10

1 (1) 염기 (2) 산 (3) 염기 (4) 염기 2 수소 기체 3 무색, 붉은색 4 흐르다 5 (1) NO_3^- (2) 2H^+ (3) OH^- (4) 2OH^-
6 수소 7 묽은 염산 8 OH^- 9 강염기, 강 10 (1) 수산화 마그네슘 (2) 탄산 (3) 질산

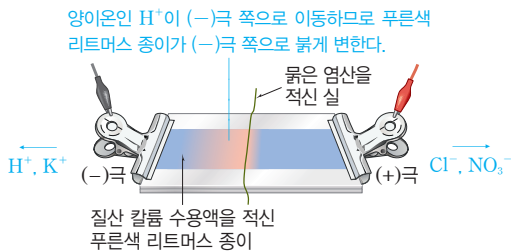
7 강산인 염산은 수용액에서 대부분 이온화하고, 약산인 아세트산은 수용액에서 일부만 이온화하므로 묽은 염산에 들어 있는 이온의 수가 더 많다.

100점 잡는 족집게 예상 문제

p. 10~13

1 ⑤ 2 ③ 3 ③ 4 ④ 5 ③ 6 ①, ④ 7 ③
8 H_2SO_4 9 ④ 10 ⑤ 11 ③ 12 ④ 13 ④ 14 ②
15 ⑤ 16 ④ 17 ③ 18 ③ 19 ⑤ 20 ② 21 ④
[서술형 문제 22~25] 해설 참조

- ①, ②, ④ 모두 염기의 성질이다.
③ 산은 수용액에서 이온화하므로 수용액에 전류가 흐른다.
- ③ $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
- ③ 산의 공통적인 성질은 H^+ 때문에 나타나고, 산의 종류에 따라 성질이 조금씩 다른 것은 음이온이 다르기 때문이다.
- ㄴ, ㄷ, ㄹ. 산이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 나타낸다.
ㄱ, ㄴ, ㄹ. 염기이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색을 나타낸다.



- 묽은 염산, 아세트산 수용액, 묽은 질산에는 H^+ 이 공통으로 들어 있으므로 같은 실험 결과가 나타난다.
- (가)는 대부분 이온화하므로 강산이고, (나)는 일부만 이온화하므로 약산이다. 염산(HCl), 질산(HNO_3), 황산(H_2SO_4)은 강산이고, 아세트산(CH_3COOH)은 약산이다.
- 주어진 내용은 진한 황산의 성질이며, 황산의 화학식은 H_2SO_4 이다.

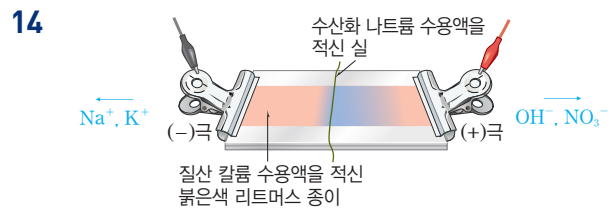
- ㄱ. 묽은 염산과 아세트산 수용액은 모두 산이므로 지시약의 색 변화가 같다.
ㄴ, ㄷ. 염산은 강산이고, 아세트산은 약산이므로 묽은 염산은 아세트산 수용액보다 전류의 세기가 강하고, 마그네슘과 반응할 때 수소 기체가 더 활발하게 발생한다.

10 ⑤ 이산화 탄소를 확인하는 데 이용하는 것은 석회수이므로 염기인 수산화 칼슘에 대한 설명이다.

11 ㄱ, ㄹ. 모두 산의 성질이다.

12 주어진 내용은 염기가 나타내는 공통적인 성질이다.
④ CH_3OH 는 메탄올로, 화학식에 OH 를 포함하지만 수용액에서 이온화하여 OH^- 을 내놓지 않으므로 염기가 아니다.

13 ④ 염기의 공통적인 성질은 OH^- 때문에 나타나고, 염기의 종류에 따라 성질이 조금씩 다른 것은 양이온이 다르기 때문이다.



- ①, ② 염기성을 나타내는 OH^- 이 (+)극 쪽으로 이동하므로 붉은색 리트머스 종이 (+)극 쪽으로 푸르게 변한다.
- ③ 이온은 반대 전하를 띠는 전극 쪽으로 이동하므로 양이온인 Na^+ , K^+ 이 (-)극 쪽으로 이동한다.
- ④ 암모니아는 염기이므로 암모니아수로 실험해도 같은 결과가 나타난다.
- ⑤ 질산 칼륨 수용액은 리트머스 종이에 전류를 흐르게 하는 역할을 한다. 에탄올 수용액을 사용하면 리트머스 종이에 전류가 흐르지 않으므로 실험 결과가 나타나지 않는다.

15 ⑤ 전류를 흘려 주면 양이온인 Na^+ , K^+ 은 (-)극 쪽으로 이동하고, 음이온인 OH^- , NO_3^- 은 (+)극 쪽으로 이동한다.

- ㄱ. 산과 염기의 수용액은 모두 전류가 흐르므로 전류의 흐름으로는 산과 염기를 구별할 수 없다.
ㄴ. 마그네슘을 넣으면 산 수용액에서는 수소 기체가 발생하고, 염기 수용액에서는 반응이 일어나지 않는다.
ㄷ. 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 산 수용액은 무색이고, 염기 수용액은 붉은색이다.

17 A는 약염기, B는 강산, C는 약산이다. 수산화 칼륨은 강염기, 암모니아는 약염기, 염산은 강산, 아세트산은 약산이다.

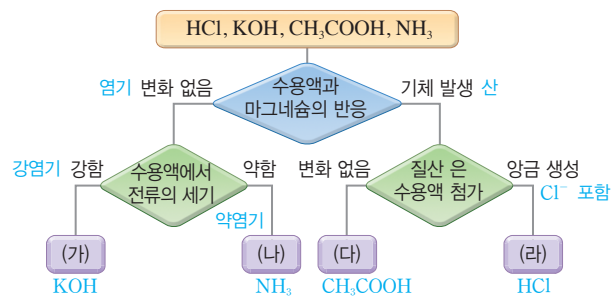
18 둥근바닥 플라스크에 암모니아 기체를 넣고 스포이트를 눌러 물을 넣으면 암모니아 기체가 물에 녹는다. 따라서 플라스크 속의 기체 분자 수가 줄어들어 플라스크 내부의 압력이 대기압보다 낮아지므로 비커 속의 물이 빨려 올라가서 분수가 생기며, 암모니아는 염기이므로 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시켜 붉은색 분수가 생긴다.

다. BTB 용액은 염기에 의해 파란색으로 변하므로 페놀프탈레인 용액 대신 BTB 용액을 사용하면 파란색 분수가 생긴다.

- 19** (가) 탄산, 아세트산은 약산이고, 암모니아는 약염기이므로 수용액에서 일부만 이온화한다.
 (나) 염산, 질산은 강산이고, 수산화 나트륨, 수산화 칼슘은 강염기이므로 수용액에서 대부분 이온화한다.

20 (다) 수산화 칼슘의 수용액을 석회수라고 하며, 이산화 탄소와 반응하면 뿌옇게 흐려지므로 이산화 탄소 확인에 이용된다.

21 염기 수용액은 마그네슘과 반응하지 않고, 산 수용액은 마그네슘과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다. 강염기는 수용액에서 전류의 세기가 강하고, 약염기는 전류의 세기가 약하다. Cl^- 이 들어 있는 수용액에 질산 은($AgNO_3$) 수용액을 떨어뜨리면 흰색 앙금인 염화 은($AgCl$)이 생성된다.



서술형 문제

- 22 | 모범 답안 |** (가) 대부분 신맛이 난다. 수용액에 전류가 흐른다. 마그네슘과 반응하면 수소 기체가 발생한다. 탄산 칼슘과 반응하면 이산화 탄소 기체가 발생한다. 푸른색 리트머스 종이를 붉은색으로 변화시킨다. BTB 용액을 노란색으로 변화시킨다. 등
 (나) 수용액에서 공통적으로 수소 이온(H^+)을 내놓기 때문이다.

채점 기준	배점
(가)와 (나)를 모두 옳게 설명한 경우	100 %
(가)와 (나) 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50 %

23 | 모범 답안 | 염기가 단백질을 녹이는 성질을 이용한다.

채점 기준	배점
염기가 단백질을 녹이는 성질을 이용한다고 설명한 경우	100 %

24 | 모범 답안 | 염산은 강산이고, 아세트산은 약산이므로 묽은 염산에 이온이 더 많아 전류가 강하게 흐르기 때문이다.
| 해설 | 강산은 수용액에서 대부분 이온화하고, 약산은 수용액에서 일부만 이온화한다.

채점 기준	배점
이온 수를 비교하여 이유를 옳게 설명한 경우	100 %

25 | 모범 답안 | 붉은색 리트머스 종이 (+)극 쪽으로 푸르게 변한다. 염기성을 나타내는 수산화 이온(OH^-)이 (+)극 쪽으로 이동하기 때문이다.

채점 기준	배점
나타나는 변화와 그 이유를 모두 옳게 설명한 경우	100 %
두 가지 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50 %

02 중화 반응

기본기 잡는 개념 확인 문제  p. 16

- 1 노란색, 빨간색 2 염기성, 산성 3 (1) ○ (2) ○ (3) ×
 (4) × 4 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ 5 음이온, 양이온
 6 (가) NaCl, (나) $CaSO_4$ 7 붉은색 8 중화열 9 중화점
 10 산성, 중성, 염기성

- 3** (3) 중화 반응에서 생성되는 염의 종류는 반응하는 산과 염기의 종류에 따라 달라진다.
 (4) 중화 반응이 일어나면 중화열이 발생하므로 혼합 용액의 온도가 높아진다.
- 6** (가) $HCl + NaOH \rightarrow H_2O + NaCl$
 (나) $H_2SO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2H_2O + CaSO_4$
- 7** 농도가 같은 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응한다. 묽은 염산 10 mL와 수산화 나트륨 수용액 20 mL를 혼합하면 수산화 나트륨 수용액의 양이 더 많아 OH^- 이 남게 되므로 혼합 용액은 염기성이다.

100점 잡는 족집게 예상 문제 p. 16~19

- 1 ② 2 (가) 파란색, (나) 초록색, (다) 노란색 3 ④
 4 ① 5 식초 : 빨간색, 비눗물 : 노란색 6 ⑤ 7 ④
 8 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ 9 ④ 10 ④ 11 ②
 12 ③ 13 ③ 14 ③ 15 ⑤ 16 ①, ④ 17 ②
 18 ③ 19 ① 20 ㄱ, ㄷ

[서술형 문제 21~23] 해설 참조

- 1** ② 염기성에서 BTB 용액은 파란색, 페놀프탈레인 용액은 붉은색을 나타내며, 산성에서 메틸 오렌지 용액은 빨간색을 나타낸다.
- 2** (가)는 OH^- 이 들어 있으므로 염기성이고, (나)는 H^+ 이나 OH^- 이 모두 없으므로 중성이며, (다)는 H^+ 이 들어 있으므로 산성이다.



3 가, 나, 모. 식초, 레몬즙, 탄산음료는 산성이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 무색이다.

다, 르, 비. 비눗물, 석회수, 암모니아수는 염기성이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉은색이다.

4 BTB 용액을 떨어뜨릴 때 노란색을 나타내는 물질은 산성이다. 레몬, 식초, 커피는 pH가 7보다 작으므로 산성이고, 증류수는 pH가 7이므로 중성이며, 제산제, 비누, 하수구 세척액은 pH가 7보다 크므로 염기성이다.

5 식초는 산성이므로 메틸 오렌지 용액을 떨어뜨리면 빨간색을 나타내고, 비눗물은 염기성이므로 노란색을 나타낸다.

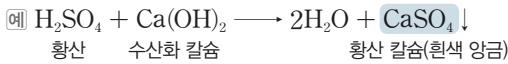
6 A는 염기성, B는 중성, C는 산성이다.

①, ② (가)는 파란색이고, (나)는 무색이다.

③ A 수용액은 염기성이므로 마그네슘과 반응하지 않는다.

④ B 수용액은 중성이므로 pH=7이다.

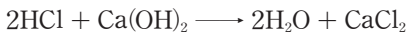
7 ④ 중화 반응에서는 반응하는 산과 염기의 종류에 따라 물에 녹지 않는 염(양금)이 생성되기도 한다.



8 $\cdot HCl + KOH \longrightarrow H_2O + KCl$

$\cdot 2HNO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2H_2O + Ca(NO_3)_2$

9 H^+ 과 OH^- 은 반응에 참여하는 이온이고, Ca^{2+} 과 Cl^- 은 반응에 참여하지 않는 구경꾼 이온이다.



10 묽은 질산과 수산화 칼륨 수용액이 반응하면 물과 염인 질산 칼륨(KNO_3)이 생성된다.



11 H^+ 100개와 OH^- 100개가 반응하여 물(H_2O) 분자 100개가 생성되고, OH^- 50개는 반응하지 않고 남는다.



따라서 혼합 용액에는 반응하지 않고 남은 OH^- 과 구경꾼 이온인 Na^+ , SO_4^{2-} 이 남아 있다.



12 (가)와 (나)는 OH^- 이 들어 있으므로 염기성이고, (다)는 H^+ 이나 OH^- 이 모두 들어 있지 않으므로 중성이며, (라)는 H^+ 이 들어 있으므로 산성이다.

13 ① H^+ 과 OH^- 은 반응에 참여하는 이온이고, Na^+ 과 Cl^- 은 반응에 참여하지 않는 구경꾼 이온이다.

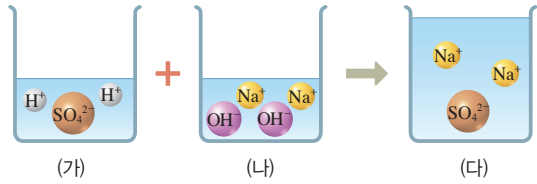
② (나)는 OH^- 이 들어 있으므로 염기성이다.

③ (다)는 중화 반응이 완결된 중화점이므로 온도가 가장 높다.

④ (다)는 구경꾼 이온이 들어 있으므로 전류가 흐른다.

⑤ (라)는 산성이므로 묽은 염산을 더 넣어도 중화 반응이 더 이상 일어나지 않는다.

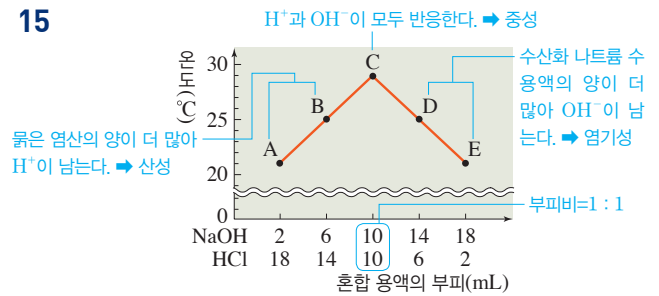
14 가. (다)에 Na^+ 이 2개 들어 있으므로 (나)에는 Na^+ 이 2개 들어 있고, (가)의 H^+ 2개가 반응 후 없어졌으므로 (나)에는 OH^- 이 2개 들어 있다. 즉, (나)에는 Na^+ 과 OH^- 이 들어 있으므로 (나)는 수산화 나트륨 수용액이다.



나. 용액 속의 총 이온 수는 (가)는 3개, (나)는 4개이다.

다. (가)는 산성이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 무색이고, (나)는 염기성이므로 붉은색이다.

15



② B 용액은 산성이므로 pH가 7보다 작다.

③ C 용액은 중성이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 초록색을 띤다.

④ D 용액에는 반응하지 않고 남은 OH^- 과 구경꾼 이온인 Na^+ , Cl^- 이 들어 있다.

⑤ 산성인 A 용액과 염기성인 E 용액을 섞으면 중화 반응이 일어나므로 중화열이 발생하여 온도가 높아진다.

16 ①, ④ 중화점은 산과 염기가 모두 반응하여 중성이 되는 지점이며, 지시약의 색이 중성일 때의 색으로 갑자기 변하는 지점이나, 혼합 용액의 온도가 가장 높은 지점으로 확인할 수 있다.

17 • 염의 수용액에 질산 은($AgNO_3$) 수용액을 떨어뜨리면 흰색 양금이 생성되므로 염에는 Cl^- 이 들어 있을 수 있다.

→ 산 : 염산(HCl)

• 염의 불꽃색이 주황색이므로 염에는 Ca^{2+} 이 들어 있다.

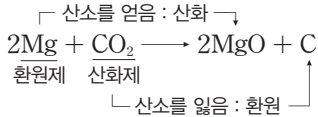
→ 염기 : 수산화 칼슘($Ca(OH)_2$)

• 중화 반응 : $2HCl + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2H_2O + CaCl_2$

18 ③ 일정량의 묽은 염산에 수산화 나트륨 수용액을 조금씩 넣으면 온도가 서서히 높아지다가 완전히 중화되는 순간 최고가 된다. 중화점 이후에는 수산화 나트륨 수용액을 더 넣어도 중화 반응이 일어나지 않으므로 넣어 준 수산화 나트륨 수용액에 의해 온도가 낮아진다.

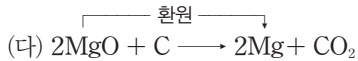
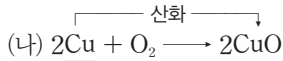
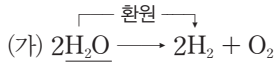
19 가. $H^+ : OH^-$ 과 반응하므로 점차 감소하다가 중화 반응이 완결된 후에는 존재하지 않는다.

나. Na^+ : 넣는 용액 속의 구경꾼 이온이므로 수산화 나트륨 수용액을 넣을수록 증가한다.

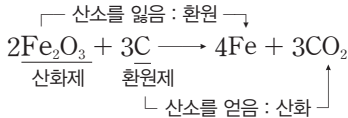


4 ④ 질산(HNO₃)과 수산화 칼륨(KOH)의 중화 반응을 나타낸 화학 반응식이다.

5 물질이 산소를 얻는 반응이 산화이고, 물질이 산소를 잃는 반응이 환원이다.



6 산화 철(III)과 탄소의 반응을 나타낸 화학 반응식을 완성하면 다음과 같다.

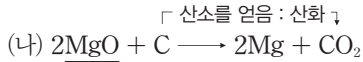
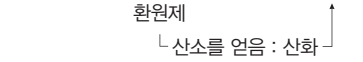
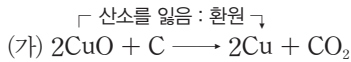


ㄱ. ㉠은 철(Fe)이므로 산화 철(III)(Fe₂O₃)이 환원되어 생성되는 물질이다.

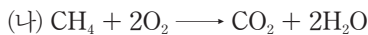
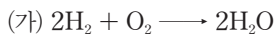
ㄴ. ㉡은 이산화 탄소(CO₂)이므로 탄소(C)가 산화되어 생성되는 물질이다.

ㄷ. 탄소는 자신은 산화되면서 산화 철(III)을 환원시키므로 환원제로 작용한다.

7 산화제는 자신이 환원되면서 다른 물질을 산화시킨다.



8 수소(H₂)와 메테인(CH₄)의 연소 반응식을 완성하면 다음과 같다.



① ㉠과 ㉡은 모두 H₂O이다.

② ㉢은 이산화 탄소(CO₂)이므로 석회수에 통과시키면 흰색 앙금인 탄산 칼슘(CaCO₃)이 생성되어 뿌연게 흐려진다.

③, ④ (가)에서 H₂, (나)에서 CH₄은 모두 산소와 결합하여 산화된다.

⑤ 연소는 산소가 관여하는 산화 환원 반응이다.

9 (가)~(라)의 실험 조건을 분석하면 다음과 같다.

구분	(가)	(나)	(다)	(라)
실험 장치				
녹의 양	많음	조금	조금	거의 없음
실험 조건	물 ○ 산소 ○	물 × 산소 ○	물 ○ 산소 ×	물 × 산소 ×

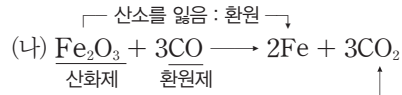
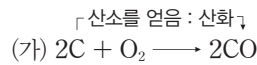
③ (라)는 산소 제거제가 산소를 제거하고, 식용유에 담겨 있어 물과 접촉하지 않은 상태이므로 생성되는 녹의 양이 가장 적다.

④ (가)와 (나)에서 산소는 모두 있고, (나)에서 물이 없으므로 물이 철의 부식에 미치는 영향을 알 수 있다.

⑤ (다)와 (라)에서 산소는 모두 없고, (라)에서 물이 없으므로 물이 철의 부식에 미치는 영향을 알 수 있다.

10 양초가 타는 현상, 자전거에 녹이 스는 현상은 모두 산소(O₂) 기체가 관여하는 산화 환원 반응의 예이다.

11 철을 제련할 때 용광로 안에서 일어나는 반응을 나타낸 화학 반응식을 완성하면 다음과 같다.



ㄷ. ㉠은 CO₂이므로 CO가 산화되어 생성되는 물질이다.

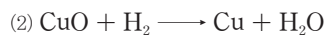
12 ③ 유적지에서 출토된 금속 유물은 오랜 시간 동안 땅속에 묻혀 있었기 때문에 산화되어 부식된 상태이다. 따라서 부식된 유물의 상태를 분석한 다음 표면의 이물질들을 제거한 후 환원 반응을 이용하여 복원한다.

④ 신 김치에 달걀 껍데기를 넣어 두면 중화 반응이 일어나 김치의 신맛이 줄어든다.

서술형 문제




13 | 모범 답안 | (1) 붉은색 → 검은색, 붉은색의 구리가 산소와 결합하여 검은색의 산화 구리(II)로 산화되기 때문이다.



	채점 기준	배점
(1)	구리판의 색깔 변화를 옳게 쓰고, 그 이유를 산화 환원 반응을 이용하여 옳게 서술한 경우	60 %
	구리판의 색깔 변화만 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	화학 반응식을 옳게 나타낸 경우	40 %

VI. 유전과 진화

01 유전의 원리

기본기 잡는 개념 확인 문제  p. 26

1 순종, 잡종 2 우성, 열성 3 (1) R (2) R, r (3) RY, Ry
 4 분리 5 독립 6 Yy 7 (1) 3:1 (2) 1:2:1
 8 RrYy, RY, Ry, rY, ry 9 9:3:3:1 10 중간 유전

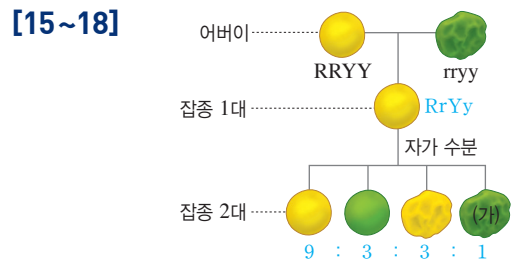
100점 잡는 족집게 예상 문제 p. 26~29

1 ⑤ 2 ③ 3 ⑤ 4 ③ 5 ④ 6 ② 7 ① 8 ⑤
 9 ② 10 ④ 11 분리 법칙 12 ② 13 ④ 14 ③
 15 ④ 16 ④ 17 ③ 18 200개 19 ②, ⑤ 20 ④
 21 ③ 22 ④ 23 ①

[서술형 문제 24~26] 해설 참조

- ⑤ 순종의 대립 형질끼리 교배했을 때 잡종 1대에서 나타나는 형질이 우성, 나타나지 않는 형질이 열성이다.
- 순종은 한 형질을 나타내는 대립 유전자의 구성이 같은 개체이고, 잡종은 대립 유전자의 구성이 다른 개체이다.
- ⑤ 꽃이 흰색인 것과 보라색인 것, 씨가 황색인 것과 초록색인 것이 각각 대립 형질이다.
- ③ 완두는 대립 형질이 뚜렷하다.
- 순종의 서로 다른 대립 형질을 교배시켰을 때 잡종 1대에서 아버지의 형질 중 한 가지 형질(우성)만 나타나야 한다.
 ③ 대립 형질끼리 교배한 것이 아니므로 오답이다.
- 잡종 1대는 아버지로부터 유전자 R과 r를 각각 물려받아 유전자형이 Rr이며, 표현형은 둥근 모양이다.
- ① 잡종 1대의 유전자형은 Rr로 잡종이다.
 ② 잡종 1대에서는 우성 형질인 둥근 모양만 나온다.
- ① 초록색 완두(가)의 유전자형은 yy 한 가지이므로, (가)는 순종이다.
 ② 잡종 1대에서 황색 완두(Yy)만 나온 것으로 보아 황색이 초록색에 대해 우성이다.
 ③ 잡종 1대에서는 유전자 Y를 가진 생식세포와 y를 가진 생식세포가 1:1로 만들어진다.
 ④, ⑤ 잡종 2대의 유전자형의 분리비는 YY:Yy:yy=1:2:1이다. 따라서 잡종 2대에서 순종(YY, yy):잡종(Yy)=1:1이고, 잡종 1대와 같은 유전자형(Yy)을 가질 확률은 50%이다.
- 잡종 2대의 유전자형의 분리비는 YY:Yy:yy=1:2:1이고 순종인 황색 완두는 YY이므로, 잡종 2대에서 순종인 황색 완두(YY)가 나올 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. $\frac{1}{4} \times 100 = 25\%$

- 잡종 2대의 표현형의 분리비는 황색(YY, Yy):녹색(yy)=3:1이고 잡종 1대와 표현형이 같은 완두는 황색 완두이므로, 잡종 2대에서 잡종 1대와 표현형이 같은 완두(황색)의 비율은 $\frac{3}{4}$ 이다. $200 \times \frac{3}{4} = 150(\text{개})$
- 생식세포를 만드는 과정에서 한 쌍의 대립 유전자가 분리되어 서로 다른 생식세포로 들어가는데, 이러한 현상을 분리 법칙이라 하고, 그 결과 잡종 2대에서 우성과 열성이 일정한 비율로 나타난다.
- 키 작은 완두는 열성이므로 순종이다. 우성 개체인 키 큰 완두(TT)와 열성 개체인 키 작은 완두(tt)를 교배하여 키 큰 완두(우성):키 작은 완두(열성)=1:1로 나온 것으로 보아 아버지의 키 큰 완두는 잡종(Tt)이다.
- 잡종 1대의 유전자형은 RrYy이므로, 잡종 1대에서는 유전자형이 RY, Ry, rY, ry인 생식세포가 1:1:1:1의 비율로 만들어진다.
- 대립 유전자는 상동 염색체의 같은 위치에 있으며, 완두 씨의 모양과 색깔을 결정하는 유전자는 서로 다른 상동 염색체에 있다. 따라서 잡종 1대(RrYy)의 유전자 R와 r, Y와 y는 각각 상동 염색체의 같은 위치에 한 개씩 존재한다.



- ① 잡종 2대에서 둥근 완두:주름진 완두=3:1, 황색 완두:초록색 완두=3:1로 나타난다.
 ② 잡종 2대에서 표현형의 분리비는 둥글고 황색:둥글고 초록색:주름지고 황색:주름지고 초록색=9:3:3:1이다. 따라서 잡종 1대와 같은 표현형(둥글고 황색)을 가질 확률은 $\frac{9}{16}$ 이다.
 ③ 둥글고 황색인 완두에 해당하는 유전자형은 RRYY, RRYY, RrYY, RrYY이다.
 ④ 순종의 대립 형질을 교배한 결과 잡종 1대에서 둥글고 황색인 완두만 나온 것으로 보아 둥근 모양이 주름진 모양에 대해, 황색이 초록색에 대해 우성이다.
 ⑤ 잡종 2대에서 완두 씨의 모양과 색깔의 분리비가 각각 3:1로 나온 것으로 보아, 완두 씨의 모양과 색깔을 결정하는 유전자는 서로 영향을 주지 않고 독립적으로 유전된다는 것을 알 수 있다.
- 잡종 2대의 표현형의 분리비는 둥글고 황색:둥글고 초록색:주름지고 황색:주름지고 초록색=9:3:3:1이다.



17 잡종 1대의 유전자형은 RrYy이므로, 잡종 2대에서 잡종 1대와 유전자형이 같은 완두(RrYy)의 비율은 $\frac{4}{16}$, 즉 $\frac{1}{4}$ 이다. $1600 \times \frac{1}{4} = 400$ (개)

18 (가)는 열성 순종으로 유전자형이 rryy이므로, 잡종 2대에서 (가)와 유전자형이 같은 완두(rryy)의 비율은 $\frac{1}{16}$ 이다. $3200 \times \frac{1}{16} = 200$ (개)

19 ① 분꽃의 꽃 색깔 유전은 멘델의 가설 중 우성과 열성에 대한 설명에 맞지 않지만, 분리 법칙은 성립한다.
 ② 분홍색 분꽃의 유전자형은 RW로 잡종이다.
 ③ 붉은색 분꽃(RR)과 분홍색 분꽃(RW)을 교배하면 붉은색(RR) : 분홍색(RW) = 1 : 1로 나온다.
 ④, ⑤ 잡종 2대의 표현형과 유전자형의 분리비는 붉은색(RR) : 분홍색(RW) : 흰색(WW) = 1 : 2 : 1로 일치한다.

20 잡종 2대의 표현형의 분리비는 붉은색(RR) : 분홍색(RW) : 흰색(WW) = 1 : 2 : 1이므로, 잡종 2대에서 분홍색 분꽃(RW)의 비율은 $\frac{2}{4}$ 이다. $800 \times \frac{2}{4} = 400$ (개체)

21 잡종 2대에서 순종인 개체는 붉은색 분꽃(RR), 흰색 분꽃(WW)이므로, 잡종 2대에서 순종인 개체(RR, WW)가 나올 확률은 $\frac{2}{4}$ 이다. $\frac{2}{4} \times 100 = 50\%$

22 분홍색 분꽃(RW)끼리 교배시키면 붉은색 분꽃(RR) : 분홍색 분꽃(RW) : 흰색 분꽃(WW) = 1 : 2 : 1의 비로 나온다.

23 잡종 1대(TtRW)를 자가 수분했을 때 $Tt \times Tt \rightarrow TT, 2Tt, tt$ 이므로 자손의 키가 작을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이고, $RW \times RW \rightarrow RR, 2RW, WW$ 이므로 자손의 꽃잎 색깔이 붉은색일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. 따라서 잡종 2대에서 키가 작은 붉은색 분꽃의 비율은 $\frac{1}{4}$ (키가 작을 확률) \times $\frac{1}{4}$ (꽃잎 색깔이 붉은색일 확률) = $\frac{1}{16}$ 이다. $800 \times \frac{1}{16} = 50$ (개체)

서술형 문제



24 | 모범 답안 | 잡종 2대에서 순종인 완두의 유전자형은 RRRY, RRyy, rrYY, rryy이고, 잡종 2대에서 순종인 완두가 나올 확률은 $\frac{4}{16} \times 100 = 25\%$ 이다.

채점 기준	배점
순종의 유전자형을 쓰고, 계산식을 정확하게 세워 계산한 경우	100 %
계산식은 정확하나 유전자형을 옳게 쓰지 못한 경우	40 %

25 | 모범 답안 | 독립 법칙, 두 쌍 이상의 대립 형질이 동시에 유전될 때 각각의 형질은 서로 영향을 주지 않고 독립적으로 유전된다.

채점 기준	배점
독립 법칙이라고 쓰고, 개념을 정확히 설명한 경우	100 %
독립 법칙이라고만 쓴 경우	30 %

26 | 모범 답안 | 붉은색 유전자와 흰색 유전자 사이의 우열 관계가 뚜렷하지 않기 때문이다.

채점 기준	배점
이유를 옳게 설명한 경우	100 %
이유를 옳게 설명하지 못한 경우	0 %

02 사람의 유전

기본기 잡는 개념 확인 문제



p. 32

1 길고, 적으며, 없기 2 가계도 3 (가) 4 상염색체, 같다
 5 (가) Tt (나) Tt (다) tt 6 A=B>O 7 A형, B형, AB형, O형 8 다인자 9 X, 반성 10 100

100점 잡는 족집게 예상 문제



p. 32~35

1 ③ 2 ③ 3 ② 4 ④ 5 ④ 6 ⑤ 7 ② 8 ③
 9 ④ 10 ⑤ 11 ③ 12 ⑤ 13 ③ 14 ⑤ 15 ③
 16 ② 17 ⑤ 18 ⑤ 19 ③ 20 ③ 21 50 %
 22 ② 23 ②

[서술형 문제 24~26] 해설 참조

- ③ 사람의 유전 형질은 대립 형질이 뚜렷하지 않은 경우가 많고 매우 복잡하여 유전 연구가 어렵다.
- ① 통계 조사를 통해 유전 형질의 특징, 유전자의 분포 등을 알아낼 수 있다.
 ② 가계도 조사를 통해 형질의 우열 관계, 가족 구성원의 유전자형을 알 수 있다.
 ③ 쌍둥이 간의 형질 차이를 비교하여 유전과 환경이 특정 형질에 미치는 영향을 알아볼 수 있다.
 ④ 염색체 조사를 통해 염색체 이상에 의한 유전병을 진단할 수 있다.
 ⑤ DNA 분석을 통해 특정 형질에 관여하는 유전자를 알아내거나 특정 형질이 자손에게 유전되었는지 확인할 수 있다.
- ①, ② 1란성 쌍둥이는 유전자 구성이 서로 같으므로 성별과 혈액형이 항상 같다.
 ③ 2란성 쌍둥이는 유전자 구성이 서로 다르므로 성별과 혈액형이 같을 수도 있고 다를 수도 있다.
 ④ 1란성 쌍둥이는 난자 1개와 정자 1개가 수정된 하나의 수정란이 발생 초기에 둘로 나뉘어 각각 발생한 것이다.

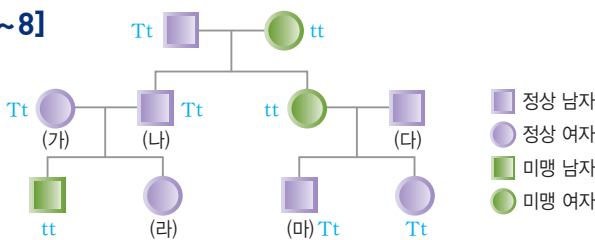
⑤ 2란성 쌍둥이는 유전과 환경의 영향에 의해 형질 차이가 나타난다.

4 1란성 쌍둥이는 유전자 구성이 서로 같으므로 쌍둥이 간의 형질 차이는 환경의 영향에 의해 나타난다. 따라서 1란성 쌍둥이 간의 형질 차이를 비교하면 환경의 영향을 많이 받는 형질의 종류를 알 수 있다.

- 5 ① 미맹 유전자는 상염색체 위에 있다.
 ② 미맹은 남녀에 따라 형질이 나타나는 빈도에 차이가 없다.
 ③ 정상 부모라도 유전자형이 모두 잡종(Tt)이면 미맹인 자녀가 태어날 수 있다.
 ⑤ 유전자형이 Tt인 사람은 정상이므로 PTC 용액에 대해 쓴맛을 느낀다.

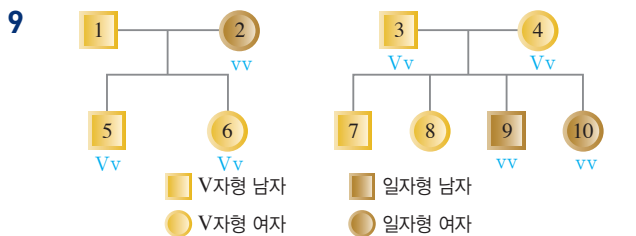
- 6 ① $TT \times TT \rightarrow TT$, ② $TT \times tt \rightarrow Tt$, ④ $TT \times Tt \rightarrow TT, Tt$ 이므로 미맹(tt)이 태어날 확률은 0%이다.
 ③ $Tt \times Tt \rightarrow TT, 2Tt, tt$ 이므로 미맹(tt)이 태어날 확률은 25%이다.
 ⑤ $Tt \times tt \rightarrow Tt, tt$ 이므로 미맹(tt)이 태어날 확률은 50%이다.

[7~8]



7 정상인 부모 사이에서 미맹인 자녀가 태어난 경우 부모는 모두 미맹 유전자를 한 개씩 갖는다. 따라서 (가)와 (나)의 자녀 중에 미맹이 있으므로 (가)와 (나)는 Tt이다. 그리고 부모 중 한 명이 미맹이면 자녀는 모두 미맹 유전자를 갖는다. 따라서 (마)의 어머니가 미맹이므로 (마)는 Tt이다. 한편, (다)와 (라)는 이 가계도만으로 TT인지, Tt인지 정확하게 알 수 없다.

8 (마)의 유전자형은 Tt이므로 미맹인 여자(tt)와 결혼하면 Tt, tt인 자녀가 1:1로 태어난다. 따라서 자녀가 미맹일 확률은 50%이다.



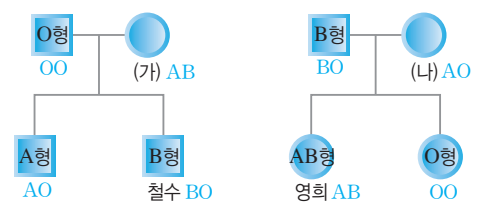
- 9 ① 3과 4가 모두 V자형 이마선인데, 일자형 이마선인 자녀가 태어난 것으로 보아 V자형 이마선은 일자형 이마선에 대해 우성으로 유전된다.
 ② 3은 자녀에게 유전자 v를 물려주었으므로 유전자형이 Vv이고, 6은 2로부터 유전자 v를 물려받았으므로 유전자형이 Vv이다.
 ③ 7의 유전자형은 VV인지, Vv인지 확실히 알 수 없다.

- ④ 5는 2로부터 유전자 v를 물려받았다.
 ⑤ $Vv(5) \times vv(10) \rightarrow Vv, vv$ 이므로 5와 10이 결혼하여 자녀를 낳을 때 일자형 이마선(vv)일 확률은 $\frac{1}{2} \times 100 = 50\%$ 이다.

10 부착형이 열성이므로 부착형인 남자(부)와 딸의 유전자형은 ee이다. 그리고 부착형과 분리형인 부부 사이에서 부착형인 자녀가 태어났으므로 분리형인 여자(모)는 부착형 유전자(e)를 갖는 잡종(Ee)이다.

- 11 ③ 혈액형 유전자는 상염색체 위에 있다.
 ④ 유전자 A와 B 사이에는 우열 관계가 없고, 유전자 A와 B는 유전자 O에 대해 우성이다.(A=B>O)
 ⑤ 부모의 유전자형이 모두 AO인 경우 $AO \times AO \rightarrow AA, AO, OO$ 이므로, 부모가 모두 A형이어도 O형의 자녀가 나올 수 있다.

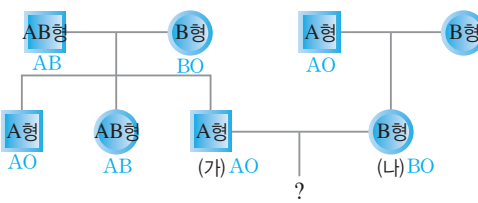
[12~13]



12 철수 아버지가 O형이므로 철수 어머니(가)가 AB형일 때 A형과 B형의 자녀가 모두 나올 수 있다($OO \times AB \rightarrow AO, BO$). 한편, 영희 아버지가 BO이고 영희 어머니(나)가 AO일 때 AB형과 O형의 자녀가 모두 나올 수 있다($BO \times AO \rightarrow AB, AO, BO, OO$).

13 철수의 유전자형은 BO이고 영희의 유전자형은 AB이므로, 이들 사이에서 태어나는 자녀의 혈액형은 $BO \times AB \rightarrow AB, BB, AO, BO$ 이다. 따라서 B형(BB, BO)인 자녀가 태어날 확률은 50%이다.

[14~15]



14 (가)의 유전자형은 AO이고 (나)의 유전자형은 BO이다. 따라서 이들 사이에서 태어나는 자녀의 혈액형은 $AO \times BO \rightarrow AB, AO, BO, OO$ 로, AB형, A형, B형, O형이 모두 나올 수 있다.

15 (나)의 유전자형은 BO이며, 대립 유전자는 상동 염색체의 같은 위치에 존재한다.

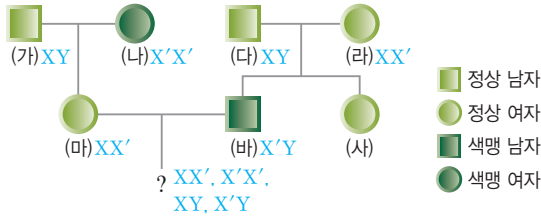
16 유전자형이 AO와 BO일 때 이들 사이에서 AB형(AB), A형(AO), B형(BO), O형(OO)의 네 가지 혈액형이 모두 나올 수 있다.



17 키, 몸무게, 피부색을 결정하는 데에는 여러 쌍의 대립 유전자가 관여하며(다인자 유전), 환경의 영향을 많이 받는다. 따라서 대립 형질이 뚜렷하게 구분되지 않고 표현형이 매우 다양하게 나타난다.

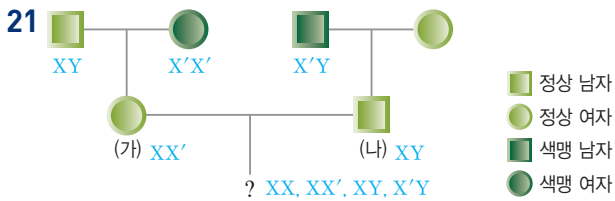
- 18** ①, ②, ③ 색맹 유전자는 X 염색체 위에 있으며 열성으로 유전되므로, 여자보다 남자에게 더 많이 나타난다.
 ④ 아버지가 색맹(X[']Y)이더라도 어머니가 정상(XX)이면 정상인 딸(XX['])이 태어난다.
 ⑤ 어머니가 색맹(X[']X['])이면 아들은 모두 색맹(X[']Y)이 된다.

[19~20]



- 19** ①, ② (라)는 (바)에게 색맹 유전자를 물려주었고, (마)는 (나)로부터 색맹 유전자를 물려받았으므로 (라)와 (마)의 유전자형은 모두 XX[']이다.
 ③ (마)는 (나)로부터 색맹 유전자 X[']를 물려받았다.
 ④ 색맹 유전자는 X 염색체에 있으므로 아들은 어머니로부터 색맹 유전자를 물려받게 된다. 따라서 (바)는 (라)로부터 색맹 유전자를 물려받았다.
 ⑤ XX['](마) × X[']Y(바) → XX['], X[']X['], XY, X[']Y이므로, (마)와 (바) 사이에서 색맹인 딸(X[']X['])이 태어날 수 있다.

20 색맹 유전자는 X 염색체 위에 있으므로 아들의 색맹 유전자는 어머니(마)로부터 물려받은 것이다. 그리고 어머니(마)의 색맹 유전자는 색맹인 외할머니(나)로부터 물려받은 것이다.



XX['](가) × XY(나) → XX, XX['], XY, X[']Y이므로, (가)와 (나) 사이에서 아들(XY, X[']Y)이 태어났을 때 색맹(X[']Y)일 확률은 $\frac{1}{2}$, 즉 50%이다.

22 아버지의 혈액형 유전자형은 AB, 색맹 유전자형은 XY이고, 어머니의 혈액형 유전자형은 OO, 색맹 유전자형은 X[']X[']이다. XY × X[']X['] → XX['], X[']Y이고, AB × OO → AO, BO이므로 이들 부모 사이에서 자녀가 태어날 때 색맹이면서 A형일 확률은 $\frac{1}{2}$ (색맹일 확률) × $\frac{1}{2}$ (A형일 확률) = $\frac{1}{4}$, 즉 25%이다.

- 23** ① 정상인 부모 사이에서 유전병인 자녀가 태어났으므로 유전병이 정상에 대해 열성이다.
 ② 딸이 유전병인데 아버지가 정상인 것으로 보아 유전병 유전자는 상염색체에 있다. X 염색체에 유전병 유전자가 있는

경우 딸이 유전병이면 아버지는 반드시 유전병이다.

- ③ (가)는 열성 형질인 유전병을 나타내므로 정상 유전자를 갖고 있지 않다.
 ④ 부모는 (가)에게 유전병 유전자를 하나씩 물려주었으므로 부모 모두 유전병 유전자를 갖고 있다.
 ⑤ 유전병 유전자가 상염색체에 있으므로 남녀에 따라 유전병이 나타나는 빈도에 차이가 없다.

서술형 문제



- 24 | 모범 답안 |** 한 세대가 길다, 자손의 수가 적다, 인위적으로 교배할 수 없다, 환경의 영향을 많이 받는다, 대립 형질이 뚜렷하지 않은 경우가 많다, 중 세 가지
| 해설 | 한 세대가 길어 관찰하는 데 시간이 오래 걸리고, 자손의 수가 적어 통계 처리가 어렵다.

채점 기준	배점
사람의 유전 연구가 어려운 점 세 가지를 모두 옳게 설명한 경우	100 %
세 가지 중 두 가지만 옳게 설명한 경우	60 %
세 가지 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	30 %

- 25 | 모범 답안 |** 우성, 주근깨가 있는 부모 사이에서 주근깨가 없는 자녀가 태어났기 때문이다.

채점 기준	배점
우성이라고 쓰고, 그 이유를 옳게 설명한 경우	100 %
부모에서 없던 형질이 자녀에서 나타나면 부모의 형질이 우성이기 때문이라고 설명한 경우에도 정답 인정	100 %
우성이라고만 쓴 경우	40 %

- 26 | 모범 답안 |** 색맹 유전자가 X 염색체에 있고 열성으로 작용하므로 남자는 색맹 유전자가 있는 X 염색체를 1개만 가져도 색맹이 되지만, 여자는 2개의 X 염색체에 모두 색맹 유전자가 있어야 색맹이 되기 때문이다.

채점 기준	배점
이유를 옳게 설명한 경우	100 %
색맹 유전자가 X 염색체에 있고 열성으로 작용하기 때문이라고만 설명한 경우에도 정답 인정	100 %

03 생물의 진화

기본기 잡는 개념 확인 문제



p. 37

- 1 진화 2 줄어듦, 많아지는 3 아가미 틈, 꼬리 4 상동 기관, 흔적 기관 5 가깝다 6 용불용설 7 획득 형질 8 자연 선택설 9 (1) ⊖ (2) ⊖ (3) ⊕ 10 격리

 **족집게 예상 문제** p. 38~39

1 ⑤ 2 ② 3 ③ 4 ④ 5 ① 6 ④ 7 침팬지, 흰목
꼬리말기원숭이 8 ④ 9 (라) → (다) → (나) → (가)
10 (가) 격리설, (나) 돌연변이설, (다) 자연 선택설 11 ①, ②, ③
[서술형 문제 12~13] 해설 참조

- 1 육상 생활을 하던 고래의 조상은 4개의 다리가 있었지만 앞 발과 뒷발에 물갈퀴가 생기고 뒷다리가 짧아져 물속에서 생활하기에 적합하도록 몸 구조가 변하였다. 현재 고래의 뒷다리는 흔적으로만 남아 있다.
- 2 ② 말은 초원에서 달리기에 적합하도록 발가락의 수가 줄어드는 방향으로 진화하였다.
- 3 ① 진화의 증거 중 발생학적인 증거에 해당한다.
③ 척추동물은 발생 초기에 모습이 매우 비슷하며 공통적으로 아가미 틸과 꼬리가 있는 것으로 보아 척추동물이 공통 조상으로부터 진화하였음을 알 수 있다.
④, ⑤ 척추동물은 발생 초기 모습이 매우 비슷하지만, 발생이 진행될수록 서로 모습이 달라져 동물 특유의 모습을 나타낸다.
- 4 ①, ② 척추동물의 앞다리는 걸모양과 기능은 다르지만 발생 기원이 같은 상동 기관이다.
③ 흔적 기관에 대한 설명이다.
④, ⑤ 척추동물의 앞다리는 기본 구조는 같으나 걸모양과 기능이 다른 것으로 보아 원래 같은 기관이었지만 서로 다른 환경에 적응하여 진화하였음을 알 수 있다.
- 5 원래 다른 기관이었지만 비슷한 환경에 적응하면서 걸모양과 기능이 비슷하게 진화한 기관은 상사 기관이다.
① 새의 날개는 앞다리가 변해서 된 것이고, 나비의 날개는 표피가 변해서 된 것으로, 상사 기관이다.
② 새의 날개와 박쥐의 날개는 모두 앞다리가 변해서 된 것으로, 상동 기관이다.
③ 사람의 꼬리뼈와 뱀의 다리뼈는 모두 흔적 기관이다.
④ 장미의 가시와 포도의 덩굴손은 모두 줄기가 변해서 된 것으로, 상동 기관이다.
⑤ 선인장의 가시와 완두의 덩굴손은 모두 잎이 변해서 된 것으로, 상동 기관이다.
- 6 갈라파고스 군도의 핀치새는 여러 섬에 격리된 후 각 섬의 먹이 종류에 따라 먹이를 먹기에 적합하도록 부리의 모양이 서로 다르게 진화하였다. 이를 통해 같은 종이라도 지리적으로 격리되면 서로 다른 방향으로 진화함을 알 수 있다.
나. 자주 사용하는 기관이 발달하는 것은 획득 형질로, 획득 형질은 유전되지 않는다.
- 7 DNA 일치율이 높을수록 생물 간 유연관계가 가깝고 비교적 최근에 공통 조상에서 갈라져 나왔다. 따라서 사람과 DNA 일치율이 가장 높은 침팬지가 사람과 유연관계가 가장 가깝고, 사람과 DNA 일치율이 가장 낮은 흰목꼬리말기원숭이가 사람과 유연관계가 가장 멀다.

- 8 환경에 잘 적응하여 생존에 유리한 개체가 살아남아 자손을 남겨 그 형질이 유전된다는 진화설은 다윈이 주장한 자연 선택설이다.
④ 자주 사용하는 기관이 발달하여 유전된다는 진화설은 라 마르크가 주장한 용불용설이다.
- 9 자연 선택설은 생물은 생존할 수 있는 것보다 많은 자손을 낳고 자손 간에 형질 차이가 나타나는데(라), 자손 간에 살아남기 위한 생존 경쟁이 일어나(다) 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 살아남고(나) 살아남은 개체가 자손을 많이 남기는(가) 과정이 반복되어 진화가 일어난다고 설명한다.
- 10 (가) 오스트레일리아는 다른 대륙과 멀리 떨어져 있어 오스트레일리아의 생물은 다른 대륙의 생물과는 별도로 진화하였다. 캥거루는 오스트레일리아에서만 발견되는데, 이는 격리설의 예이다.
(나) 돌연변이에 의해 왕달맞이꽃이 갑자기 나타나 다음 세대로 유전되었으므로 돌연변이설의 예이다.
(다) 산업 혁명 이전에는 공기가 맑아 나무에 밝은 색 지의류가 많이 살아 흰색 후추나방이 천적의 눈에 잘 띄지 않아 흰색 나방이 많았지만, 산업 혁명 이후에는 대기 오염으로 지의류가 사라지고 나무줄기가 어두워져 검은색 후추나방이 천적의 눈에 잘 띄지 않아 검은색 나방이 많아졌다. 이는 환경 변화에 따라 생존에 유리한 개체가 자연 선택된 것이므로 자연 선택설의 예이다.
- 11 한 종의 토끼가 살고 있던 평원에 강이 생겨 토끼들이 두 무리로 나뉘어 떨어져 살게 되는 ①격리가 일어났다. 그 후 두 무리에 각각 ②돌연변이가 발생한 후 환경 적응에 유리한 형질을 가진 돌연변이 개체가 ③자연 선택되어 원래의 종과 다른 종이 되었다.

서술형 문제 

- 12 | 모범 답안 | 상동 기관, 원래 같은 기관이었지만 각각 다른 환경에 적응하여 걸모양과 기능이 다르게 진화했음을 알 수 있다.
| 해설 | 반대로, 걸모양과 기능은 비슷하지만 발생 기원이 다른 기관은 상사 기관이다.

채점 기준	배점
상동 기관이라고 쓰고, 알 수 있는 사실을 옳게 설명한 경우	100 %
상동 기관이라고만 쓴 경우	40 %

- 13 | 모범 답안 | 후천적으로 얻은 형질(획득 형질)은 유전되지 않기 때문이다.
| 해설 | 용불용설은 자주 사용하는 기관은 발달하고, 자주 사용하지 않는 기관은 퇴화하여 다음 세대에 전해지는 과정이 반복되어 진화가 일어난다는 진화설이다.

채점 기준	배점
획득 형질의 개념을 포함하여 옳게 설명한 경우	100 %
획득 형질의 개념을 포함하지 않은 경우	0 %



04 생물의 분류

기본기 잡는 개념 확인 문제

p. 41

- 1 분류 2 인위, 자연 3 종 4 종, 속, 계 5 (1) ○ (2) ○
 (3) × 6 타조 7 핵 8 원생생물 9 (1) ⊖ (2) ⊕ (3) ⊕
 (4) ⊖ (5) ⊖ 10 척추

100점 잡는 족집게 예상 문제

p. 42~43

- 1 ⑤ 2 ① 3 ① 4 종 5 ② 6 ④ 7 ④ 8 ②
 9 ④ 10 ② 11 ④ 12 ① 13 ④

[서술형 문제 14~15] 해설 참조

- 생물의 쓰임새나 서식지, 식성 등 사람의 편의에 따라 분류하는 방법은 인위 분류이고, 생물의 겉모양, 속 구조, 발생 과정, 번식 방법 등 생물 고유의 특징을 기준으로 분류하는 방법은 자연 분류이다.
- ㄱ. 씨방의 유무에 따라 속씨식물과 겉씨식물로 분류할 수 있다.
 ㄴ. 종자 형성 여부에 따라 종자로 번식하는 식물과 포자로 번식하는 식물로 분류할 수 있다.
 ㄷ은 사람의 이용 목적에 따라, ㄹ은 서식지에 따라 분류한 것이므로 인위 분류에 해당한다.
- 자연 분류를 통해 생물 사이의 유연관계를 밝힐 수 있다.
 ① 서식지는 자연 분류의 기준이 되기 어렵다.
- 노새는 생식을 통해 새끼를 낳을 수 없기 때문에 하나의 종으로 분류되지 못한다.
- 비슷한 특징을 지닌 종을 묶어 속으로 분류하고, 비슷한 속을 묶어 과로 분류하며, 이와 같은 방법으로 목, 강, 문, 계를 이룬다. 따라서 생물의 분류 단계는 종 < 속 < 과 < 목 < 강 < 문 < 계이고, 같은 하위 분류 단계에 속하면 같은 상위 분류 단계에 속한다.
 ④ 같은 과에 속하더라도 다른 종일 경우 교배를 통해 생식 능력이 있는 자손을 얻을 수 없다.
 ⑤ 같은 과에 속하는 생물은 다른 과에 속하는 생물보다 유연 관계가 가깝다.
- ㄱ. 제시된 계통수의 유연관계만으로 생물의 원시적인 정도를 구분할 수 없다.
 ㄴ. 고양이와 표범은 개보다 더 최근에 갈라졌으므로 고양이는 개보다 표범과 유연관계가 더 가깝다.
 ㄷ. 고양이와 표범은 한 가지에서 갈라져 나왔으므로 공통 조상으로부터 갈라져서 진화되어 왔음을 알 수 있다.
- 원핵생물계에서 진화되어 오고, 식물계, 동물계 등으로 진화되어 간 A는 원생생물계에 해당하며, 진핵세포로 이루어진 생물계 중 하나인 B는 균계에 해당한다.
- ③ 원핵생물계의 생물은 뚜렷한 핵이 없는 원핵세포로 되어 있다.

④ 식물계에 속한 생물은 모두 엽록체를 가지고 있어 광합성을 하지만, 원핵생물계(A)에 속한 생물은 광합성을 하는 생물(해감, 김, 미역, 다시마)도 있고, 광합성을 하지 못하는 생물(아메바, 짚신벌레)도 있다.

⑤ 균계(B)의 생물은 운동성이 없지만, 동물계의 생물은 운동성이 있다.

10 생물 A는 운동성이 없으나 광합성을 하며 뚜렷한 핵이 있는 생물이다.

① 젓산균은 핵이 없다.

③, ④ 짚신벌레와 지렁이는 운동성이 있고 광합성을 하지 않는다.

⑤ 붉은뽕곰팡이는 광합성을 하지 않는다.

11 버섯과 곰팡이는 균계에 속하며, 엽록체가 없어서 스스로 양분을 합성하지 못하고, 몸 밖으로 효소를 분비하여 먹이를 분해한 후 흡수하여 양분을 얻는다.

12 원핵생물계(가)의 생물은 원핵세포로 이루어져 있고, 식물계(다), 균계(라), 동물계(마)의 생물은 진핵세포로 이루어져 있다. 따라서 (가)와 (나) 무리는 뚜렷한 핵의 유무로 구분할 수 있다.

(라)의 효모는 단세포 생물이며, 조직과 기관이 발달하지 않았다.



13 종자로 번식하는 식물은 씨방의 유무에 따라 속씨식물과 겉씨식물로 분류하고, 속씨식물은 떡잎의 수에 따라 쌍떡잎식물과 외떡잎식물로 분류할 수 있다.

서술형 문제



14 | 모범 답안 | 생물의 진화 과정과 생물 간의 가깝고 먼 관계(유연관계)를 파악하기 위해서


채점 기준	배점
진화 과정과 유연관계를 포함하여 옳게 설명한 경우	100 %
진화 과정 또는 유연관계만 설명한 경우	50 %

15 | 모범 답안 | 대장균은 원핵생물계, 짚신벌레는 원생생물계에 속하고, 뚜렷한 핵의 유무에 따라 원핵생물계와 원생생물계를 구분할 수 있다.

채점 기준	배점
생물계의 종류를 쓰고, 분류 기준을 핵의 유무 또는 핵과 막으로 둘러싸인 세포 소기관의 유무로 설명한 경우	100 %
생물계의 종류를 쓰고, 분류 기준을 운동성 등과 같이 두 생물계가 아닌 두 생물 종의 차이로 설명한 경우	70 %
생물계의 종류만 쓴 경우	40 %

Ⅶ. 외권과 우주 개발

01 별자리와 별의 거리

기본기 잡는 개념 확인 문제  p. 45

1 (1) ○ (2) × (3) × 2 ㄱ, ㄷ 3 ㄴ, ㄷ 4 ㄹ, ㅎ
 5 ㅅ, ㅈ 6 ㅁ, ㅂ 7 방위각 : 225°, 고도 : 60° 8 ㉠ 시차,
 ㉡ 작아 9 0.5" 10 2 pc

- 1 (2) 계절에 따라 보이는 별자리가 달라지는 이유는 지구가 공전하기 때문이다.
 (3) 밤 9시경 남쪽 하늘에서 잘 보이는 별자리가 그 지방의 계절 별자리이다.
- 10 별 S의 연주 시차가 0.5"이므로, 지구에서 별 S까지의 거리는 $\frac{1}{0.5''} = 2 \text{ pc}$ 이다.

100점 잡는 족집게 예상 문제 p. 46-47

1 ⑤ 2 ⑤ 3 ① 4 ⑤ 5 ⑤ 6 ② 7 ④ 8 ②
 9 ② 10 ④ 11 E 12 ③ 13 ①

[서술형 문제 14~15] 해설 참조

- 1 ① 별자리를 이루는 별들은 지구에서 보이는 방향이 같을 뿐, 지구로부터의 거리는 각기 다르다.
 ② 현재 사용하는 별자리의 수는 88개이다.
 ③ 우리나라의 북쪽 하늘에서는 북극성과 그 부근에 있는 별자리들을 항상 관측할 수 있다.
 ④ 각 계절의 대표 별자리는 밤 9시 무렵 남쪽 하늘에서 잘 보인다.
- 2 우리나라에서 북쪽 하늘을 관측한 모습이다. A는 북두칠성을 포함한 큰곰자리, B는 북극성(☉)을 포함한 작은곰자리, C는 W자 모양의 카시오페아자리, D는 오각형 모양의 세페우스자리이다.
 ⑤ 우리나라에서는 북극성 부근의 별자리들을 계절에 관계없이 일 년 내내 관측할 수 있다.
- 3 ㄷ. 목동자리는 봄철, 오리온자리는 겨울철의 대표 별자리이다.
 ㄹ. 백조자리는 여름철, 안드로메다자리는 가을철의 대표 별자리이다.
- 4 그림의 별자리는 오리온자리로, 우리나라 겨울철의 대표적인 별자리이다.
- 5 우리나라의 봄철 밤하늘에서는 목동자리의 아크투루스, 처녀자리의 스피카, 사자자리의 데네볼라가 대삼각형을 이룬다.

- 6 우리나라의 여름철 밤하늘에서는 백조자리의 데네브, 거문고자리의 직녀성(베가), 독수리자리의 견우성(알타이르)이 대삼각형을 이룬다.
- 7 ④ 관측자의 지평면을 확장하여 친구와 만나는 원은 지평선이다. 친구의 적도는 지구의 적도면을 확장하여 친구와 만나는 원이다.
- 8 방위각이 가장 큰 별은 북점에서 시계 방향으로 가장 멀리 떨어져 있는 별 A이고, 고도가 가장 높은 별은 지평선에서 가장 높이 떠 있는 별 C이다.
- 9 ① 연필이 보이는 방향 차이, 즉 두 눈과 연필이 이루는 각도가 시차이다.
 ②, ③ 물체까지의 거리가 가까우면 시차가 크게 나타나고, 물체까지의 거리가 멀면 시차가 작게 나타난다. 따라서 시차를 측정하여 물체까지의 거리를 알아낼 수 있다.
 ④ 양쪽 눈은 공전 궤도에서 서로 반대편 위치에 있는 지구에 비유할 수 있다.
 ⑤ 연주 시차와 별까지의 거리는 반비례하므로 별의 연주 시차를 측정하면 지구에서 별까지의 거리를 알아낼 수 있다.

- 10 ①, ② 별 S의 연주 시차는 시차인 0.5"의 $\frac{1}{2}$ 인 0.25"이고, 지구로부터의 거리는 $\frac{1}{0.25''} = 4 \text{ pc}$ 이다.
 ③ 별까지의 거리와 연주 시차는 반비례한다.
 ④ 지구가 공전하기 때문에 별의 연주 시차가 나타난다.
 ⑤ 화성의 공전 궤도 반지름이 지구보다 크므로 별의 연주 시차는 화성에서 더 크게 측정될 것이다.

- 11 지구에서 멀리 떨어져 있는 별일수록 연주 시차가 작게 관측된다.

별	A	B	C	D	E
연주 시차(")	0.1	0.4	0.02	1.0	0.01
별의 거리(pc)	10	2.5	50	1	100

- 12 별까지의 거리와 연주 시차는 반비례 관계이므로, 별까지의 거리가 2배로 멀어지면 연주 시차는 $\frac{1}{2}$ 로 작아져 $0.8'' \times \frac{1}{2} = 0.4''$ 가 된다.
- 13 ② $\frac{1}{0.1''} = 10 \text{ pc}$ 이다.
 ③, ④, ⑤ $1 \text{ pc} \approx 3.26 \text{ 광년} \approx 206265 \text{ AU}$ 이고, $1 \text{ AU} \approx 1.5 \times 10^8 \text{ km}$ 이다.

서술형 문제 

- 14 | 모범 답안 | 지구가 태양 주위를 일 년에 한 바퀴씩 공전하기 때문이다.

채점 기준	배점
지구의 공전으로 옳게 설명한 경우	100 %
그 외의 경우	0 %



15 | 모범 답안 | 별 B까지의 거리는 별 A까지의 거리의 $\frac{1}{2}$ 이다.

| 해설 | 별 A까지의 거리 = $\frac{1}{0.01''} = 100 \text{ pc}$

별 B까지의 거리 = $\frac{1}{0.02''} = 50 \text{ pc}$

채점 기준	배점
두 별의 거리를 옳게 비교하여 설명한 경우	100 %
별 A의 거리가 별 B보다 2배 멀다고 설명한 경우에도 정답 인정	100 %
그 외의 경우	0 %

02 별의 성질

기본기 잡는 개념 확인 문제



p. 49

1 (1) 가까운 (2) 많은 2 $\frac{1}{100}$ 3 16배 4 -1등급
 5 1등급 6 E 7 B 8 E, D 9 ㉠ 붉은색, ㉡ G형
 10 리젤, 베텔게우스

- 2등급과 1등급은 $1 - (-2) = 3$ 등급 차이가 난다. 3등급 차이는 $16 (= 2.5^3)$ 배의 밝기 차이가 나며, 등급이 작을수록 밝은 별이다.
- 100배의 밝기 차는 5등급 차에 해당하며, 등급이 작을수록 밝은 별이므로 $4 - 5 = -1$ 등급이다.
- 6등급인 별이 100개 모여 있다면 6등급인 별 1개일 때보다 100배 밝다. 따라서 6등급인 별보다 100배 밝은 별의 등급을 구하면 된다. 100배의 밝기 차가 나면 등급으로는 5등급 차이가 나며, 등급이 작을수록 밝은 별이다.
- 우리 눈에 가장 밝게 보이는 별은 겉보기 등급이 가장 작은 별이다.
- 실제 방출하는 에너지양이 가장 많은 별은 절대 등급이 가장 작은 별이다.
- (겉보기 등급 - 절대 등급) 값이 작을수록 지구에 가까이 있는 별이고, 클수록 멀리 있는 별이다.
- 베텔게우스는 스펙트럼형이 M형이므로 붉은색을 띠고, 태양은 노란색을 띠므로 스펙트럼형이 G형이다.
- 별의 스펙트럼형(분광형)은 O, B, A, F, G, K, M의 7가지로 분류되는데, O형으로 갈수록 표면온도가 높아 파란색을 띠고, M형으로 갈수록 표면온도가 낮아 붉은색을 띤다.



족집게 예상 문제

p. 50-51

1 ④ 2 ⑤ 3 ③ 4 ⑤ 5 ② 6 ④ 7 ③ 8 ④
 9 ②, ④ 10 ①, ③ 11 ② 12 ①

[서술형 문제 13~15] 해설 참조

- 별까지의 거리가 2배로 멀어지면 도달하는 별빛의 양이 $\frac{1}{2^2} (= \frac{1}{4})$ 로 줄어든다.
 - 별은 방출하는 에너지양이 많을수록 밝게 관측되지만, 방출하는 에너지양이 같을 경우 지구와의 거리가 가까우면 밝게 보이고 멀면 어둡게 보인다.
 - 2등급인 별의 밝기가 100배 밝아지면 5등급이 작아져서 -3등급이 되고, $\frac{1}{100}$ 로 어두워지면 5등급이 커져서 7등급이 된다.
 - ① 5등급 간의 밝기 차이가 약 100배에 해당하므로, 1등급 간의 밝기 차이는 약 2.5배이다.
 ② 고대 그리스의 히파르코스는 밤하늘의 별들을 맨눈으로 관찰하고 가장 밝게 보이는 별들을 1등급, 가장 어둡게 보이는 별들을 6등급으로 정했다.
 ③ 겉보기 등급의 숫자가 작을수록 우리 눈에 밝게 보이고, 클수록 어둡게 보인다.
 ④, ⑤ 절대 등급은 별이 10 pc (= 32.6광년)의 거리에 있다고 가정하고 정한 밝기 등급이다. 따라서 별의 실제 밝기를 비교하기 위해서는 절대 등급을 이용한다.
- | 별 | A | B | C |
|----------------|-----|------|------|
| 겉보기 등급 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |
| 절대 등급 | 1.0 | 4.0 | -3.6 |
| 겉보기 등급 - 절대 등급 | 0.0 | -3.0 | 3.6 |
- 별이 실제 방출하는 에너지양은 절대 등급으로 비교한다. 절대 등급이 더 작은 별 A가 B보다 더 많은 양의 에너지를 방출한다.
 - 같은 거리에 있을 때의 밝기는 절대 등급으로 비교한다. 별 A가 B보다 절대 등급이 3등급 작으므로, $16 (= 2.5^3)$ 배 밝게 보인다.
 - (겉보기 등급 - 절대 등급) 값이 클수록 멀리 있는 별이고, 작을수록 가까이 있는 별이다.
 - 별의 밝기는 거리의 제곱에 반비례하므로 2.5배 멀어지면 밝기가 $\frac{1}{2.5^2}$ 로 어두워지고, 밝기 차 = $(2.5)^{\text{등급 차이}}$ 이므로 2등급이 커진다.
 - 절대 등급은 별이 10 pc의 거리에 있다고 가정했을 때의 밝기 등급이므로, 40 pc 거리에 있는 별을 10 pc으로 옮기면 거리가 $\frac{1}{4}$ 로 가까워지는 셈이다. 따라서 밝기는 $4^2 (= 16 = 2.5^3)$ 배 밝아지므로 3등급이 작아져서 -1등급이 된다.

[8~9]

별	겉보기 등급	절대 등급	겉보기 등급-절대 등급
북극성	2.1	-3.7	5.8
직녀성	0.0	0.5	-0.5
리겔	0.1	-6.8	6.9
시리우스	-1.5	1.4	-2.9
베텔게우스	0.8	-5.5	6.3

- 8 가장 밝게 보이는 별은 겉보기 등급이 가장 작은 시리우스이고, 실제 방출하는 에너지양이 가장 많은 별은 절대 등급이 가장 작은 리겔이다.
- 9 지구에서 10 pc보다 멀리 떨어져 있는 별은 (겉보기 등급-절대 등급)>0이고, 지구에서 10 pc보다 가까이 있는 별은 (겉보기 등급-절대 등급)<0이며, 지구에서 10 pc 거리에 있는 별은 (겉보기 등급-절대 등급)=0이다.

10 [별의 색깔에 따른 스펙트럼형 및 표면온도]

별의 색깔	파란색	청백색	흰색	황백색	노란색	주황색	붉은색
스펙트럼형	O	B	A	F	G	K	M
표면온도	높다 ← → 낮다						

- 11 (가) 흰색을 띠는 별 → 7500~10000 °C, A형
 (나) 스펙트럼형이 M형인 별 → 3500 °C 이하, 붉은색
 (다) 표면온도가 5500 °C인 별 → 노란색, G형
- 12 나. 베텔게우스는 붉은색을 띠므로 스펙트럼형이 M형이다. 스펙트럼형이 A형인 별은 흰색을 띤다.
 다. 표면온도가 높은 별일수록 파란색을 띠고, 표면온도가 낮은 별일수록 붉은색을 띤다.

서술형 문제 

- 13 | 모범 답안 | 1등급, 절대 등급은 별이 10 pc, 즉 32.6광년 거리에 있다고 가정하고 나타낸 밝기 등급이기 때문이다.
 | 해설 | 32.6광년(=10 pc) 거리에 있는 별은 겉보기 등급과 절대 등급이 같다.

채점 기준	배점
별의 절대 등급을 옳게 구하고, 판단 이유를 옳게 설명한 경우	100 %
판단 이유에 대해서만 옳게 설명한 경우	70 %
별의 절대 등급만 옳게 구한 경우	30 %

- 14 | 모범 답안 | 태양이 북극성보다 지구에서 훨씬 가까이 있기 때문이다.

채점 기준	배점
태양이 더 밝게 보이는 이유를 지구와의 거리로 옳게 설명한 경우	100 %
그 외의 경우	0 %

- 15 | 모범 답안 | 별의 표면온도가 다르기 때문이다.

채점 기준	배점
별의 색깔과 스펙트럼형이 다른 이유를 옳게 설명한 경우	100 %
그 외의 경우	0 %

03 은하와 우주

기본기 잡는 개념 확인 문제  p.54

- 1 우리은하 2 ㉠ 약 10만 광년, ㉡ 약 3만 광년 3 ㉠ 나선, ㉡ 원반 4 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 5 ㉠ 수십~수만, ㉡ 붉은색 6 ㉠ 성간 물질, ㉡ 성운 7 외부 은하 8 은하의 모양 9 적색 편이 10 (1) ○ (2) × (3) ○

- 4 (1) 은하수는 북반구와 남반구에서 모두 관측된다.
 (4) 우리나라와 같은 북반구에서는 은하수가 여름철에 가장 뚜렷하게 관측된다.
- 10 (2) 멀리 있는 은하일수록 우리은하에서 더 빠른 속도로 멀어진다.

100점 잡는 족집게 예상 문제 p. 54~57

- 1 ⑤ 2 ① 3 ② 4 ⑤ 5 ④ 6 ② 7 ③ 8 ⑤
 9 ④ 10 ④ 11 ③ 12 ④ 13 ④ 14 ④ 15 ①
 16 스티커 : 은하, 풍선 : 우주 17 ③ 18 ② 19 ⑤
 [서술형 문제 20~23] 해설 참조

- 1 별과 함께 성운, 성단, 성간 물질 등으로 이루어진 천체를 은하라고 하는데, 그중 태양계가 속해 있는 은하를 우리은하라고 한다.
 ⑤ 안드로메다 은하는 우리은하 밖에 있는 외부 은하이다.
- 2 ① 우리은하의 지름은 약 10만 광년이다.
 ⑤ 우리은하는 은하 중심부를 지나는 막대 모양의 구조 끝에서 뻗어 나온 나선팔이 감겨 있는 막대 나선 은하이다.
- 3 태양계는 우리은하 중심에서 약 3만 광년 떨어진 나선팔에 위치한다.
- 4 A와 E 사이의 거리는 우리은하의 지름에 해당한다. 우리은하의 지름은 약 10만 광년이다.
- 5 ④ 은하수의 폭과 밝기는 일정하지 않다. 은하수는 밤하늘이 우리은하의 중심 방향을 향하는 계절에 가장 폭이 넓고 밝게 관측된다.
- 6 우리나라(북반구)에서는 밤하늘이 은하 중심 방향인 궁수자리 쪽을 향하는 여름철에 은하수의 폭이 가장 넓고 밝게 보인다. 반면, 밤하늘이 은하의 가장자리 방향을 향하는 겨울철에는 은하수가 희미하게 보인다.



- 7 ①, ②, ⑤ 구상 성단은 수만~수십만 개의 별들이 공 모양으로 뭉뭉하게 모여 있는 성단이다.
 ③ 구상 성단은 나이가 많고 표면온도가 낮아 붉은색을 띠는 별들로 주로 이루어져 있다.
 ④ 성단을 이루는 별들은 한곳에서 비슷한 시기에 생성되었기 때문에 성질이 대체로 비슷하다.

- 8 ㄱ, ㄴ. 산개 성단은 수십~수만 개의 별들이 엉성하게 흩어져 있는 성단으로, 주로 젊고 표면온도가 높아 파란색을 띠는 별들을 많이 포함하고 있다.

종류	(가) 구상 성단	(나) 산개 성단
모양	별들이 공 모양으로 뭉뭉하게 모여 있는 성단	별들이 비교적 엉성하게 흩어져 있는 성단
별의 수	수만~수십만 개	수십~수만 개
별의 색	붉은색	파란색
별의 나이	많다	적다
분포	은하 중심부나 은하 원반을 둘러싼 구형의 공간	우리은하의 나선팔

- 10 가스나 티끌(먼지)과 같은 성간 물질이 많이 모여 있어 구름처럼 보이는 것을 성운이라고 한다.

- 11 ① 성간 물질이 주변의 별빛을 흡수하여 스스로 빛을 내는 성운은 (나)이다.
 ② 성간 물질이 주위의 별빛을 반사시켜 밝게 보이는 성운은 (가)이다.
 ③ (다)는 성간 물질이 멀리서 오는 별빛을 차단하여 어둡게 보이는 암흑 성운이다.
 ④ (가)는 반사 성운, (나)는 방출(발광) 성운, (다)는 암흑 성운이다.
 ⑤ 별들이 모여 있는 모양에 따라 구분하는 것은 성단이다.

- 12 ④ 불규칙 은하(D)는 별들이 일정한 모양이 없이 불규칙하게 모여 있는 은하이다. 나선팔이 있는 은하는 정상 나선 은하(B)와 막대 나선 은하(C)이다.

- 13 ④ 우리은하는 중심부에 별들이 막대 모양을 이루며 집중적으로 모여 있고, 소용돌이치는 모양의 나선팔이 있다.

- 14 (가)는 타원 은하, (나)는 불규칙 은하, (다)는 정상 나선 은하, (라)는 막대 나선 은하에 해당한다.
 ④ 나선 은하는 은하 중심부의 막대 모양 유무에 따라 정상 나선 은하와 막대 나선 은하로 분류한다. 은하 중심을 가로지르는 막대 모양의 구조를 가지고 있는 것은 (라)이다.

- 15 빛을 내는 천체가 관측자로부터 멀어지면 빛의 파장이 길어지면서 스펙트럼의 흡수선이 붉은색 쪽으로 치우치는데, 이러한 현상을 적색 편이라고 한다. 멀리 있는 외부 은하의 스펙트럼에서는 대부분 적색 편이가 나타나는데, 이는 우주가 팽창하고 있다는 중요한 증거가 된다.

- 16 풍선이 부풀어 오르면서 스티커 사이의 거리가 멀어지듯이, 우주가 팽창하면서 은하들끼리 서로 멀어진다.

- 17 ㄱ, ㄴ. 우주의 팽창으로 공간이 늘어나면서 은하들 사이의 거리가 멀어진다. 어떤 은하에서 관측하더라도 은하들은 서로 멀어지므로 팽창하는 우주에 특별한 중심은 없다.

- ㄷ. 멀리 떨어진 거리에 있는 외부 은하일수록 멀어지는 속도가 빨라 적색 편이가 크게 나타난다.

- 18 ① 팽창하는 우주에 특별한 중심은 없다.
 ②, ③ 우주 공간이 팽창하는 것은 은하들이 서로 멀어지는 현상으로 관측된다.

- ④ 은하의 모양은 다양하다.
 ⑤ 멀어지고 있는 외부 은하에서 보내는 빛의 파장은 점점 길어진다. 따라서 대부분의 외부 은하의 스펙트럼에서는 적색 편이가 나타난다.

- 19 우주가 팽창하고 있다는 사실을 바탕으로 대폭발(빅뱅) 이론이 등장하였다.

서술형 문제



- 20 | 모범 답안 | 구상 성단은 우리은하의 중심부나 우리은하를 둘러싼 구형의 공간에 주로 분포하고, 산개 성단은 우리은하의 나선팔에 주로 분포한다.

채점 기준	배점
구상 성단과 산개 성단의 분포 위치를 모두 옳게 설명한 경우	100 %
구상 성단과 산개 성단의 분포 위치 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50 %

- 21 | 모범 답안 | 암흑 성운, 성간 물질이 뒤에서 오는 별빛을 가로막기 때문이다.

| 해설 | 말머리 성운과 같은 암흑 성운은 뒤쪽에서 오는 별빛을 차단하여 검게 보인다.

채점 기준	배점
성운의 종류를 옳게 쓰고, 검게 보이는 이유를 옳게 설명한 경우	100 %
검게 보이는 이유만 옳게 설명한 경우	60 %
성운의 종류만 옳게 쓴 경우	40 %

- 22 | 모범 답안 | • 공통점 : 나선팔이 있다.

• 차이점 : 은하 중심부의 모양이 다르다. (가)는 은하 중심에서 나선팔이 바로 뻗어 나오는 모양이고, (나)는 막대 모양의 구조 끝에서 나선팔이 뻗어 나오는 모양이다.

| 해설 | (가)는 정상 나선 은하이고, (나)는 막대 나선 은하이다.


채점 기준	배점
(가), (나) 은하의 공통점과 차이점을 모두 옳게 설명한 경우	100 %
(가), (나) 은하의 공통점과 차이점 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50 %

- 23 | 모범 답안 | 우주가 팽창하고 있기 때문이다.

| 해설 | 멀리 있는 은하일수록 스펙트럼에서 적색 편이가 더 크게 나타나는데, 이는 우주가 팽창하고 있다는 증거이다.

채점 기준	배점
우주 팽창의 개념을 포함하여 옳게 설명한 경우	100 %
그 외의 경우	0 %

04 우주 개발

기본기 잡는 개념 확인 문제  p. 59

1 탐사선 2 우주 정거장 3 인공위성 4 (1) 태양전지판
 (2) 실험 모듈 5 (1) × (2) × (3) ○ 6 (1) - ㉠ (2) - ㉡
 (3) - ㉢ 7 우리별 1호 8 우주인 9 (1) ○ (2) × (3) ×
 (4) ○ 10 우주 쓰레기

- 5 (1) 인류의 우주 개발은 1950년대에 시작되었다.
 (2) 1960년대에는 주로 달 탐사, 1970년대에는 주로 태양계 행성 탐사가 이루어졌다.
- 6 (1) 바이킹 1호는 화성 표면에 착륙하여 지구로 사진을 전송하였다.
 (2) 보이저 2호는 목성형 행성들을 탐사한 후 현재 태양계를 벗어나고 있다.
 (3) 아폴로 11호가 달에 착륙하여 인간이 최초로 달에 발을 내디뎠다.

100점 잡는 족집게 예상 문제 p. 60~61

1 ④ 2 ① 3 ② 4 ④ 5 ② 6 ④ 7 ⑤ 8 ④
 9 ③ 10 ④ 11 ② 12 ③

[서술형 문제 13] 해설 참조

- 1 우주 개발은 기술 개발, 자원 탐사, 우주 관광 등 여러 가지 목적으로 진행된다. 하지만 아직 쓰레기 처리를 목적으로 한 우주 개발은 이루어지지 않았다.
- 2 로켓은 인공위성이나 탐사선 등 우주 탐사 장비를 우주로 내보낼 때 이용된다.
- 3 ㄱ. 재사용이 가능한 것은 우주왕복선이다. 탐사선은 한번 발사되고 나면 회수하여 다시 사용할 수 없다.
 ㄴ. 직접 천체까지 날아가 천체 주위를 돌거나 표면에 착륙하여 탐사하는 것은 탐사선이다.
- 4 ① 태양전지판은 장비와 기계들에 필요한 전력을 생산한다.
 ② 트러스는 각 모듈을 연결하는 금속 구조물로 우주 정거장을 지지하는 뼈대와 같은 역할을 한다.
 ③ 방열판은 우주 정거장에서 발생한 열을 제거하는 역할을 한다.
 ④ 거주(주거) 모듈은 우주인의 식사와 수면 및 휴식을 위한 공간이다.
 ⑤ 보급 모듈은 지상에서 운반된 물자를 저장하고 관리하는 공간이다. 우주 환경에서의 연구와 실험 활동을 위한 공간은 실험 모듈이다.

- 5 ① 우주 정거장을 건설하려면 막대한 예산이 필요하고 높은 수준의 기술이 요구되므로 여러 나라가 참여하여 함께 진행하고 있다.
 ② 우주 정거장은 사람들이 우주에 장기간 머무르면서 다양한 임무를 수행할 수 있는 인공 구조물이다.
 ③ 우주 정거장에 필요한 구조물들은 지상에서 제작한 후 우주로 운반하여 조립한다.
 ④ 우주왕복선은 우주 정거장에서 필요한 여러 부품이나 과학 기기를 실어 나르는 역할을 하였다.
 ⑤ 미래에는 우주 정거장이 우주 탐사나 우주 여행을 위한 경유지로도 이용될 것이다.
- 6 ④ 인류의 첫 유인 우주선은 보스토크 1호로, 1961년에 발사되었다.
- 7 ① 바이킹 1호는 화성 표면에 착륙하여 탐사하였다.
 ② 딥임팩트호는 혜성 충돌 탐사를 위해 발사되었다. 소행성 탐사선으로는 하야부사호가 있다.
 ③ 보이저 2호는 목성형 행성들을 주로 탐사하였다. 태양 관측 위성으로는 소호(SOHO) 위성이 있다.
 ④ 아폴로 11호를 타고 인류는 최초로 달 착륙에 성공하였다. 토성과 위성 타이탄을 탐사한 것은 카시니-하위헌스호이다. 카시니호는 토성 주위를 돌며 탐사하고, 하위헌스호는 토성의 위성 타이탄에 착륙하여 탐사하였다.
 ⑤ 스피릿-오퍼튜니티호는 화성 표면에 착륙한 쌍둥이 탐사 로봇으로, 화성의 지형을 탐사하고 토양 성분을 분석하는 등 여러 임무를 성공적으로 수행하였다.
- 8 ㄱ. 2008년 우리나라 최초의 우주인이 국제 우주 정거장에 탑승하여 10일 동안 머물면서 다양한 실험과 연구를 진행하였다.
 ㄴ. 우리나라는 1992년 우리별 1호의 발사에 성공하였다.
 ㄷ. 우리나라는 2009년 나로우주센터를 완공하였다.
- 9 우주 과학 분야는 기초 학문과 함께 기계, 전자, 소재, 정보 등에 관련된 첨단 기술이 융합적으로 필요한 영역이므로, 단순 반복 기술이나 서비스 정신보다는 관련 분야의 전문 지식이 더욱 필요하다.
- 10 ① 정지궤도 위성은 지구의 자전 주기와 같은 주기로 공전하면서 특정 지역을 집중적으로 관측한다.
 ② 극궤도 위성은 지구의 남극과 북극을 잇는 궤도를 공전하면서 전 지구를 관측한다.
 ③ 방송통신 위성은 통신을 중계하고 방송국의 전파를 송수신하는 역할을 한다.
 ⑤ 항행(항법) 위성은 자동차, 배, 비행기 등의 위치를 추적하는 역할을 한다.
- 11 ② 달이나 행성 등 천체 표면에 착륙하여 탐사 활동을 펼치는 것은 탐사선이다.
- 12 우주 쓰레기는 크기가 수 cm~수십 m로 매우 다양하며, 속도가 매우 빠르다. 또한, 궤도가 일정하지 않고 지상의 통제로부터 벗어나 있어 다른 인공위성과 충돌하거나 지상으로 떨어지기도 하는 등 피해를 입힌다.



서술형 문제



13 | 모범 답안 | (가)는 인류 최초의 유인 달 착륙선이고, (나)는 인류 최초의 인공위성이다.

| 해설 | (가) 1969년 미국이 발사한 아폴로 11호가 달에 착륙하여 인류가 최초로 달에 발을 내디뎠다.

(나) 1957년 구 소련이 발사한 스푸트니크 1호가 지구 궤도에 성공적으로 진입하면서 인류의 우주 탐사가 본격적으로 시작되었다.

채점 기준	배점
(가)와 (나)의 역사적 의미를 모두 옳게 설명한 경우	100 %
(가)와 (나) 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50 %

VIII. 과학과 인류 문명

01 과학과 인류 문명

기본기 잡는 개념 확인 문제



p. 63

- 1 증기 기관 2 전기 3 컴퓨터 4 정보 5 나노
 6 생명 공학 7 (1) 폴러렌 (2) 탄소 나노튜브 (3) 그래핀
 8 (1) ㉠ (2) ㉢ (3) ㉠ 9 형상 기억 합금 10 (1) 금 (2) 부 (3) 부



100점 잡는 족집게 예상 문제

p. 64~65

- 1 ④ 2 ④ 3 ② 4 ① 5 유전자 변형 생물(GMO)
 6 ⑤ 7 ②, ③ 8 ④ 9 ③ 10 ②

[서술형 문제 11~12] 해설 참조

- 1** ④ 화학 비료의 발명으로 질소 비료의 대량 생산이 가능해져 농업 생산력을 크게 발전시켰다.
- 2** 증기 기관차를 이용하여 사람과 물건의 대량 수송이 가능해졌고, 증기 기관을 이용하여 공장제 대량 생산 방식이 가능해졌다. 이러한 증기 기관의 발명 및 개량으로 산업 혁명을 불러오게 되었다.
- 3** 반도체를 이용한 첨단 기기와 유비쿼터스 네트워크 기술은 정보 기술에 해당한다.
 ③ 환경 기술은 환경 오염 예방, 환경 복원과 관련된 기술이다.
 ④ 우주 기술은 항공기, 인공위성, 우주선 등의 개발과 관련된 기술이다.

4 그래핀은 나노기술로 만들어진 첨단 물질로, 투명하며 가공이 쉽고 신축성이 좋아 휘어지는 투명 터치스크린을 만드는 데 활용된다.

나. 의약품을 넣어 몸속에서 운반하는 일에 이용되는 물질은 폴러렌이다.

리. 가볍고 단단하며 탄성이 좋은 운동 기구를 만드는 데 이용되는 물질은 탄소 나노튜브이다.

6 어떤 생물체의 유용한 유전자를 다른 생물체의 유전자와 조합하는 기술을 유전자 재조합 기술이라고 하며, 유전자 재조합 기술을 이용해 유전자 변형 생물(GMO)을 만들 수 있다.

7 줄기세포를 이용하여 손상된 장기를 재생하거나 인공 혈액을 만들 수 있다.

① 핵이식 기술을 이용한 예이다.

④, ⑤ 유전자 재조합 기술을 이용한 예이다.

8 ① 전자 종이는 종이처럼 얇고 부드러운 디스플레이이다.

② 전도성 섬유는 전기가 통하는 섬유이다.

③ 형상 기억 합금은 모양이 변해도 특정 온도가 되면 원래 모양으로 되돌아오는 성질의 합금이다.

⑤ 유기 발광 다이오드(OLED)는 유기 물질에 전류를 흘려주면 빛이 나오는 현상을 이용한 것이다.

9 (가)는 예술, (나)는 과학, (다)는 수학, (라)는 공학에 해당하는 부분이다.

10 ② 디지털 기기의 발달로 네트워크 시스템이 발달함에 따라 개인 정보 유출 및 사생활 침해가 심해졌다.

서술형 문제



11 | 모범 답안 | 탄소 원자로만 이루어져 있다, 나노기술을 이용해 만들어졌다. 중 한 가지

| 해설 | • 폴러렌은 탄소 원자 60개가 축구공 모양으로 결합된 물질이다.

• 탄소 나노튜브는 탄소 원자가 벌집 모양의 육각 구조를 이루면서 튜브 모양을 한 물질이다.

• 그래핀은 탄소 원자가 벌집 모양의 육각 구조를 이루면서 판 모양을 한 물질이다.

채점 기준	배점
탄소 원자 또는 나노기술을 포함하여 옳게 설명한 경우	100 %
두 가지 물질의 공통점만 설명한 경우 오답 처리	0 %

12 | 모범 답안 | • 긍정적 영향 : 의사소통이 편리해졌다, 시간과 공간의 제약 없이 정보 이용 및 지식 습득이 가능해졌다. 중 한 가지

• 부정적 영향 : 개인 정보가 유출될 수 있다, 개인 사생활을 침해받을 수 있다, 익명성을 이용하여 악성 글을 쓴다. 중 한 가지

채점 기준	배점
긍정적 영향과 부정적 영향을 모두 옳게 설명한 경우	100 %
긍정적 영향 또는 부정적 영향 한 가지만 옳게 설명한 경우	50 %

실전 TEST

V 여러 가지 화학 반응

01 산과 염기 p. 68~69

- 1 ② 2 ⑤ 3 ④ 4 ① 5 ③ 6 ㉠ HCl, ㉡ NH₄Cl
7 ④ 8 ③ 9 ④ 10 ④ 11 ④ 12 ② 13 ③ 14 ④

- 1 ①, ③, ④, ⑤ 모두 염기의 공통적인 성질이다.
- 2 ⑤ CH₃COOH → H⁺ + CH₃COO⁻
- 3 ③ (+)극 쪽으로 이동하는 이온은 음이온이므로 Cl⁻과 NO₃⁻ 두 가지이다.
④ K⁺은 (-)극 쪽으로 이동하고, NO₃⁻은 (+)극 쪽으로 이동한다. 단지 이러한 이온은 푸른색 리트머스 종이의 색깔을 변화시키지 않기 때문에 눈으로 확인할 수 없을 뿐이다.
- 4 ① 산은 수용액에서 이온화하여 공통적으로 H⁺을 내놓는다.
- 5 (가)는 대부분 이온화하므로 강산이고, (나)는 일부만 이온화하므로 약산이다. 따라서 수용액에 들어 있는 H⁺의 수, 수용액에 흐르는 전류의 세기, 마그네슘 조각을 넣었을 때 기체 발생 정도는 모두 (가) > (나)이다.
- 6 진한 염산(HCl)에 진한 암모니아수(NH₃)를 문힌 유리 막대를 가까이 하면 흰 연기처럼 보이는 염화 암모늄(NH₄Cl)이 생성된다.
HCl + NH₃ → NH₄Cl
- 7 ④ 염기는 물에 녹아 수산화 이온을 내놓는다.
- 8 나, 다, 모. BTB 용액을 파란색으로 변화시키는 물질은 염기이다.
비. CH₃OH는 메탄올로, 화학식에 OH를 포함하지만 수용액에서 이온화하여 OH⁻을 내놓지 않으므로 염기가 아니다.
- 9 염기성을 나타내는 OH⁻이 (+)극 쪽으로 이동하므로 붉은색 리트머스 종이가 (+)극 쪽으로 푸르게 변한다.
- 10 A는 강산, B는 약염기, C는 약산이다.
④ 염산은 강산이므로 A에 해당하지만, 수산화 나트륨은 강염기이므로 B에 해당하지 않는다.
- 11 NH₃는 약염기이므로 수용액에서 전류가 약하게 흐른다. HCl과 HNO₃는 강산이고, NaOH과 KOH는 강염기이므로 모두 전류가 강하게 흐른다.
- 12 ① 묽은 염산은 불꽃색이 나타나지 않고, 수산화 나트륨 수용액은 노란색 불꽃색이 나타난다.
② 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 모두 전류가 흐르므로 전류의 흐름을 확인하는 것으로는 구별할 수 없다.
③ BTB 용액을 떨어뜨리면 묽은 염산은 노란색, 수산화 나트륨 수용액은 파란색을 나타낸다.

- ④ 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 묽은 염산은 무색, 수산화 나트륨 수용액은 붉은색을 나타낸다.
- ⑤ 묽은 염산은 마그네슘과 반응하여 수소 기체를 발생하고, 수산화 나트륨 수용액은 마그네슘과 반응하지 않는다.

13 ③ 위액에 들어 있는 성분은 염산이다.

02 중화 반응 p. 70~71

- 1 ③ 2 ③ 3 H₂O 4 ⑤ 5 ④ 6 ③ 7 ③ 8 ②
9 ⑤ 10 ③ 11 ② 12 ③

- 1 레몬즙은 산성, 비눗물은 염기성, 증류수는 중성이다.
- 2 레몬, 식초, 커피는 pH가 7보다 작으므로 산성이고, 증류수는 pH가 7이므로 중성이며, 제산제, 비누, 하수구 세척액은 pH가 7보다 크므로 염기성이다.
② BTB 용액을 노란색으로 변화시키는 물질은 산성이므로 레몬, 식초, 커피 세 가지이다.
③ 증류수는 중성이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 무색이다.
- 3 중화 반응이 일어나면 공통적으로 물이 생성되고, 반응하는 산과 염기에 따라 다양한 염이 생성된다.
H⁺ + OH⁻ → H₂O
- 4 HCl + NaOH → H₂O + NaCl
③ 중화 반응이 일어나 중화열이 발생하므로 혼합 용액의 온도는 반응 전보다 높아진다.
⑤ 혼합 용액에는 H⁺이나 OH⁻이 없으므로 중성이며, 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 무색이다.
- 5 묽은 황산과 수산화 칼륨 수용액의 중화 반응을 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.
H₂SO₄ + 2KOH → 2H₂O + K₂SO₄
따라서 완전히 중화시킨 혼합 용액의 모형은 H₂O 2개, K⁺ 2개, SO₄²⁻ 1개가 들어 있는 ④가 적당하다.
- 6 ① (다)에서 중화 반응이 완결되므로 온도가 가장 높다.
② (나)는 산성이므로 pH가 7보다 작다.
③ Cl⁻은 처음 용액 속의 구경꾼 이온이므로 (가)~(라)에서 모두 이온 수가 일정하다.
④ Na⁺은 넣는 용액 속의 구경꾼 이온이므로 수산화 나트륨 수용액을 넣을수록 이온 수가 점점 증가한다.
⑤ (다)는 중성, (라)는 염기성이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 (다)는 초록색, (라)는 파란색을 나타낸다.
- 7 ③ HCl + NaOH → H₂O + NaCl의 반응이 일어나므로 증발 접시 위에 남는 물질은 염화 나트륨(NaCl)이다.
④, ⑤ (나)에서 생긴 고체는 염화 나트륨이므로 Na⁺에 의해 노란색 불꽃색이 나타나며, 수용액에 질산 은 수용액을 떨어뜨리면 Ag⁺ + Cl⁻ → AgCl↓의 반응이 일어나므로 흰색 앙금인 염화 은(AgCl)이 생성된다.



- 8** 일정량의 수산화 나트륨 수용액에 묽은 염산을 조금씩 넣으면 혼합 용액의 액성은 염기성 → 중성 → 산성으로 변한다.
- 9** (가) $\text{OH}^- : \text{H}^+$ 과 반응하므로 점차 감소하다가 중화 반응이 완결된 후에는 존재하지 않는다.
(나) $\text{H}^+ : \text{OH}^-$ 과 반응하므로 처음에는 존재하지 않다가 중화 반응이 완결된 후부터 증가한다.
- 10** (가) C에서 온도가 가장 높으므로 중화 반응이 가장 많이 일어나 물이 가장 많이 생성되었다.
(나) 같은 농도의 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응하므로 C에서는 H^+ 과 OH^- 이 모두 반응하여 중성이다. A와 B에서는 수산화 나트륨 수용액의 양이 더 많아 OH^- 이 남게 되므로 염기성이고, D와 E에서는 묽은 염산의 양이 더 많아 H^+ 이 남게 되므로 산성이다.
- 11** ① A는 중화 반응이 완결되기 전이므로 혼합 용액은 산성이고, H^+ 이 남아 있다.
② B는 온도가 가장 높은 지점이므로 중화 반응이 완결된 중화점이다.
③ C는 중화점 이후 수산화 나트륨 수용액을 더 넣은 지점이므로 염기성이다.
④ Na^+ 은 넣는 용액 속의 구경꾼 이온이므로 수산화 나트륨 수용액을 넣을수록 증가한다.
⑤ A는 산성, B는 중성, C는 염기성이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 A는 노란색, B는 초록색, C는 파란색을 띤다.
- 12** ③ 철광석을 제련하여 철을 얻는 것은 산화 환원 반응을 이용한 예이다.

03 산화 환원 반응

p. 72~73

1 ㄱ, ㄴ, ㄷ 2 ④ 3 ㄱ, ㄴ 4 ③ 5 ③ 6 ④ 7 ②
8 ③ 9 ④ 10 ② 11 ③ 12 ⑤

- 1** (가) 탄소는 자신은 산화되면서 산화 구리(II)를 환원시킨다.

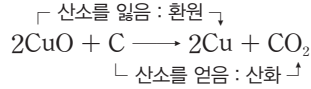
$$\begin{array}{c} \text{산소를 잃음 : 환원} \downarrow \\ 2\text{CuO} + \text{C} \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2 \\ \text{산화제} \quad \text{환원제} \\ \uparrow \\ \text{산소를 얻음 : 산화} \end{array}$$

 (나) 알코올램프의 불꽃에서는 메탄올(CH_3OH)이 연소되므로 메탄올이 산소와 결합하여 산화된다.

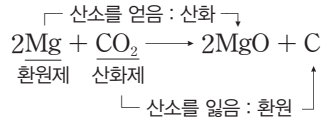
$$\begin{array}{c} \text{산소를 얻음 : 산화} \downarrow \\ 2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \end{array}$$

 (다) 석회수에 이산화 탄소를 통과시키면 흰색 앙금인 탄산칼슘(CaCO_3)이 생성되어 석회수가 뿌옇게 흐려진다.
- 2** ①, ② 붉은색 구리를 걸불꽃에 넣어 가열하면 구리가 산소와 결합하여 산화 구리(II)가 되므로 검게 변하며, 결합한 산소의 질량만큼 구리판의 총 질량이 증가한다.
③, ④, ⑤ 알코올램프의 속불꽃에서는 산소의 공급이 원활하지 않아 알코올의 연소가 불완전하게 일어나므로 탄소 성분이 존재한다. 따라서 검은색의 산화 구리(II)를 속불꽃에

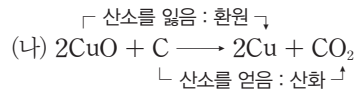
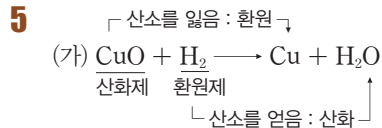
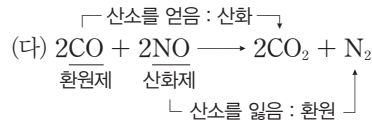
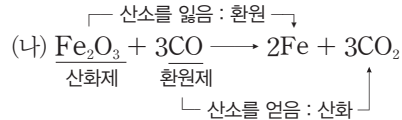
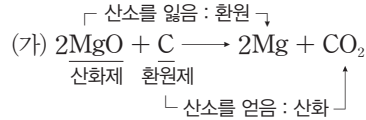
넣어 가열하면 탄소가 산화 구리(II)의 산소와 결합하여 이산화탄소로 되고 구리가 남으므로 다시 붉게 변한다.



- 3** ㄱ. (가)와 (나)에서 마그네슘은 모두 산소와 결합하여 산화 마그네슘이 된다.
ㄴ. (나)에서 이산화 탄소는 산소를 잃고 탄소로 되므로 환원된다.
ㄷ. (나)에서 마그네슘은 자신이 산화되면서 이산화 탄소를 환원시키므로 환원제로 작용한다.

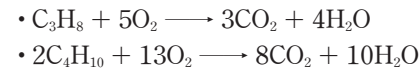


- 4** 환원제는 자신이 산화되면서 다른 물질을 환원시킨다.



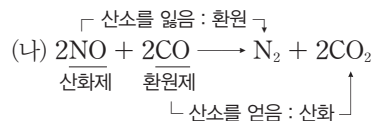
ㄷ. ㉠은 H_2O 이고, ㉡은 CO_2 이므로 서로 다른 물질이다.

- 6** 프로페인(C_3H_8)과 부테인(C_4H_{10})의 연소 반응식을 완성하면 다음과 같다.



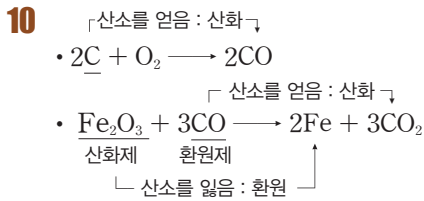
프로페인과 부테인은 모두 탄소와 수소를 포함하므로 연소 반응에서 이산화 탄소(CO_2)와 물(H_2O)이 생성된다.

- 7** ① (가)에서 N_2 는 산소와 결합하여 산화된다.
② (나)에서 NO 는 산소를 잃어 환원되고, (다)에서 NO 는 산소와 결합하여 산화된다.



- 8** ㄴ. 철에 니켈, 크로뮴 등을 섞어 스테인리스강을 만드는 것은 합금을 만들어 철의 성질을 변화시키는 방법이다.

- 9 ② (다)에서 염화 칼슘은 공기 중의 수분을 제거하는 역할을 하므로 물은 없고, 산소만 있는 조건이다.
 ③ (가)는 물과 산소가 모두 있고, (다)는 산소만 있으므로 (다)는 (가)보다 녹의 양이 적다.
 ④ (가)와 (라)에서 물은 모두 있고, (라)에서 산소가 없으므로 (가)와 (라)를 비교하면 산소가 철의 부식에 미치는 영향을 알 수 있다.
 ⑤ (가)와 (나)에서 물과 산소는 모두 있고, (나)에서 전해질이 있으므로 (가)와 (나)를 비교하면 전해질이 철의 부식에 미치는 영향을 알 수 있다.



- 11 가. 화학 반응식에서 ㉠과 ㉡은 모두 $6H_2O$ 이다.
 (가) 광합성 : $6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
 (나) 호흡 : $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$
 나. (나)에서 포도당($C_6H_{12}O_6$)은 산소와 결합하여 산화된다.
 다. 광합성 결과 산소가 발생하고, 호흡에서 산소를 필요로 하므로 (가)와 (나)는 모두 산화 환원 반응이다.
- 12 ⑤ 위산 과다로 속이 쓰릴 때 염기성 물질인 제산제를 복용하면 중화 반응이 일어나 속쓰림이 완화된다.

VI 유전과 진화

01 유전의 원리

p. 74~75

1 ③ 2 ② 3 ④ 4 ④ 5 ⑤ 6 ③ 7 ① 8 ①
 9 ① 10 ④ 11 ② 12 ③ 13 ③

- 1 ③ 우성은 순종인 대립 형질끼리 교배시켰을 때 잡종 1대에서 나타나는 형질이다.
 2 한 형질을 나타내는 대립 유전자의 구성이 같은 것이 순종이므로 TT, RRyy, rrryy가 순종이고, 나머지가 잡종이다.
 3 ④ 우성 형질과 열성 형질을 가진 개체를 모두 얻을 수 있다.
 4 잡종 2대의 유전자형의 분리비는 RR : Rr : rr = 1 : 2 : 1이므로, 순종의 둥근 완두(RR)가 나올 확률은 $\frac{1}{4}$ (=25%), 잡종 1대와 같은 유전자형(Rr)을 가질 확률은 $\frac{1}{2}$ (=50%)이다.

- 6 (가) 우성 개체가 순종(Y_Y)인 경우 열성 개체(y_y)와 교배하면 우성 개체(Y_Y)만 나온다.
 (나) 우성 개체가 잡종(Y_y)인 경우 열성 개체(y_y)와 교배하면 우성(Y_y) : 열성(y_y) = 1 : 1로 나온다.
 (다) 잡종(Y_y)인 우성 개체를 자가 수분하면 우성(Y_Y, Y_y) : 열성(y_y) = 3 : 1로 나온다.
 7 만약 (가)가 순종 개체라면 열성인 자손(라)이 나오지 않고 우성인 자손(다)만 나온다.
 9 잡종 2대에서 표현형의 분리비는 황색 완두 : 초록색 완두 = 3 : 1, 둥근 완두 : 주름진 완두 = 3 : 1이므로, 초록색 완두와 주름진 완두는 각각 $1600 \times \frac{1}{4} = 400$ (개)이다.
 10 잡종 2대의 표현형의 분리비는 둥글고 황색 : 둥글고 초록색 : 주름지고 황색 : 주름지고 초록색 = 9 : 3 : 3 : 1이므로, 잡종 2대에서 잡종 1대와 표현형이 같은 완두(둥글고 황색)의 비율은 $\frac{9}{16}$ 이다. $1600 \times \frac{9}{16} = 900$ (개)
 11 주름지고 황색인 완두의 유전자형은 rrYY 또는 rrYy이다. 각 대립 유전자는 상동 염색체의 같은 위치에 한 개씩 존재한다.
 12 중간 유전은 멘델의 가설 중 우성과 열성에 대한 설명에는 맞지 않지만, 생식세포가 만들어질 때 대립 유전자가 분리되어 서로 다른 생식세포로 들어가므로 분리 법칙은 성립한다.
 13 분홍색 분꽃(RW)과 붉은색 분꽃(RR)을 교배하면 붉은색(RR) : 분홍색(RW) = 1 : 1로 나오므로 분홍색 분꽃(RW)의 비율은 $\frac{1}{2}$ 이다. $240 \times \frac{1}{2} = 120$ (개체)

02 사람의 유전

p. 76~77

1 ④ 2 ③ 3 ④ 4 ② 5 ③ 6 ② 7 ⑤ 8 ④
 9 ④ 10 ④ 11 ③ 12 ② 13 ⑤

- 1 ④ 사람의 대립 형질은 뚜렷하지 않은 경우가 많고 매우 복잡하여 유전 연구를 하는 데 어려운 점이 많다.
 3 2관성 쌍둥이는 유전자 구성이 서로 다르므로 성별과 혈액형이 다르게 나타나기도 한다.
 4 꽃불이 분리형인 부모 사이에서 부착형인 자녀가 태어났으므로 부모는 모두 부착형 유전자(e)를 가진다. 따라서 부모의 유전자형은 모두 Ee이고, Ee × Ee → EE, 2Ee, ee이므로 자녀가 한 명 더 태어날 때 부착형일 확률은 $\frac{1}{4}$, 즉 25%이다.
 5 ① (가)는 자녀에게 미맹 유전자를 물려주었으므로 유전자형이 Tt이다.
 ② (나)와 (다)는 자녀에게 미맹 유전자를 하나씩 물려주었으므로 유전자형이 Tt로 같다.



③ $Tt(\text{나}) \times Tt(\text{다}) \rightarrow TT, 2Tt, tt$ 이므로, 자녀가 한 명 더 태어날 때 미맹일 확률은 $\frac{1}{4}$, 즉 25%이다.

④ 민주의 미맹 유전자는 어머니로부터 물려받은 것이다.

⑤ 민주는 어머니로부터 미맹 유전자를 물려받아 유전자형이 Tt 이므로 정상인 남자(TT 또는 Tt)와 결혼하면 Tt 인 자손도 태어날 수 있다.

6 혀를 말 수 없는 자녀의 유전자형은 rr 이므로 부모가 모두 유전자 r 를 갖고 있어야 한다.

7 ⑤ ABO식 혈액형은 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정된다.

8 AB형과 A형 사이에서 B형이 나왔으므로 (가)의 유전자형은 AO 이고, (나)의 유전자형은 BO 이다($AB \times AO \rightarrow AA, AO, AB, BO$). 그리고 AB형과 AB형 사이에서 나오는 A형과 B형은 순종이므로 (다)의 유전자형은 AA 이다($AB \times AB \rightarrow AA, 2AB, BB$).

9 (가)의 부모의 유전자형은 BO 와 AA 이다. $BO \times AA \rightarrow AB, AO$ 이므로 (가)는 AB형 또는 A형이 될 수 있다.

11 (바)는 색맹이 아니므로 유전자형이 XY 이고, (사)는 어머니로부터 색맹 유전자를 물려받아 유전자형이 XX' 이다. $XY(\text{바}) \times XX'(\text{사}) \rightarrow XX, XX', XY, X'Y$ 이므로, (바)와 (사) 사이에서 아들($XY, X'Y$)이 태어났을 때 색맹($X'Y$)일 확률은 $\frac{1}{2}$, 즉 50%이다.

12 정상인 사람 중에서 색맹 유전자를 가진 사람은 보인자(XX')이다. (마)와 (사)는 정상이지만 (마)는 아버지로부터, (사)는 어머니로부터 색맹 유전자를 물려받았으므로 XX' 인 보인자이다. (나)와 (차)는 XX 인지 XX' 인지 정확히 알 수 없다.

13 (가)의 혈액형 유전자형은 AB , 색맹 유전자형은 $X'Y$ 이고, (나)의 혈액형 유전자형은 BO , 색맹 유전자형은 XX' 이다. $X'Y \times XX' \rightarrow XX', X'X', XY, X'Y$ 이고, $AB \times BO \rightarrow AB, AO, BB, BO$ 이므로 (가)와 (나) 사이에서 자녀가 태어날 때 색맹이면서 AB형일 확률은 $\frac{1}{2}(\text{색맹일 확률}) \times \frac{1}{4}(\text{AB형일 확률}) = \frac{1}{8}$ 이다.

03 생물의 진화

p. 78~79

1 ③ **2** ③ **3** ② **4** ④ **5** ② **6** ④ **7** ① **8** ③

9 (가) 용불용설, (나) 자연 선택설 **10** ④ **11** ④ **12** ①

13 ㄱ, ㄴ, ㄷ

1 ③ 일반적으로 생물의 종이 다양해지는 방향으로 진화한다.

2 ③ 어금니는 점점 커지고 표면 주름이 많아졌다.

3 척추동물은 발생 초기 모습이 매우 비슷하며 아가미 틈과 꼬리가 공통적으로 나타나는 것으로 보아 척추동물은 공통 조

상에서 진화하였다는 것을 알 수 있다.

4 ④ 흔적 기관을 통해 사용하지 않는 기관은 퇴화한다는 것을 알 수 있다.

5 발생 기원은 다르지만 형태와 기능이 비슷한 기관은 상사 기관이다.

①, ④, ⑤는 상동 기관, ②는 상사 기관, ③은 흔적 기관이다.

7 침팬지가 사람과 DNA 일치율이 가장 높으므로, 사람과 침팬지는 유연관계가 가장 가깝고, 다른 동물에 비해 비교적 최근에 공통 조상에서 갈라져 나왔다.

8 ③ 유전자가 비슷할수록 생물 사이의 유연관계가 가깝다.

10 획득 형질은 유전되지 않기 때문에 용불용설(가)은 오늘날 인정받지 못하고 있다.

11 산업 혁명 이후 나무줄기가 짙은 색을 띠면서 검은색 나방이 천적의 눈에 잘 띄지 않아 생존에 유리하여 자연 선택되었다.

12 ① 돌연변이설은 더프리스가 주장한 진화설이다.

13 오늘날에는 자연 선택, 돌연변이, 격리 등을 종합하여 진화의 원리를 설명한다.

04 생물의 분류

p. 80

1 ④ **2** ③ **3** ④ **4** 침팬지, 짧은꼬리원숭이 **5** ①

6 ④ **7** ④

1 생물 분류의 기본 단위는 종이고, 여러 종이 모여 문을 이루며, 생물 분류의 가장 큰 단위는 계이다.

④ 생물 간의 유연관계를 이해하는 데는 인위 분류보다는 자연 분류가 더 유리하다.

2 생물이 고유하게 가지는 특징에 따라 분류하는 것은 자연 분류이다. ① 서식지, ② 식성, ④ 식용 여부, ⑤ 약용 여부는 인위 분류의 기준에 해당한다.

3 ④ 고양이와 사자에 비해 삶과 더 비슷한 점이 많다는 유연관계를 알 수는 있지만, 현재 생존하는 특정 종에서 다른 종이 진화했다고 말할 수는 없다.

4 최근에 갈라져 나올수록 유연관계가 가까운 생물이다.

5 ① 주로 종자로 번식하는 것은 식물계의 특징이다.

⑤ 원생생물계의 생물 중 유글레나는 엽록체와 운동 기관을 모두 가지고 있다.

6 균계에 대한 설명이다. ①은 원핵생물계, ②는 동물계, ③은 원생생물계, ④는 균계, ⑤는 식물계에 속한다.

7 ㄱ. 진화의 과정을 보면 원핵생물에서 진핵생물로 진화한 것으로 나타난다.

VII 외권과 우주 개발

01 별자리와 별의 거리

p. 81~82

- 1 ① 2 ④ 3 ④ 4 ⑤ 5 ② 6 ① 7 ③ 8 나, 르
9 ② 10 ① 11 ⑤ 12 ③

- 1 ① 북극성은 작은곰자리에 속해 있다.
2 지구가 태양을 중심으로 공전하기 때문에 계절에 따라 관측할 수 있는 별자리가 달라진다.
3 ①은 봄철의 사자자리, ②는 북쪽 하늘에서 일 년 내내 볼 수 있는 카시오페이아자리, ③은 겨울철의 오리온자리, ④는 가을철의 페가수스자리, ⑤는 여름철의 백조자리이다.
4 우리나라에서는 북쪽 하늘의 큰곰자리, 작은곰자리, 세페우스자리, 카시오페이아자리 등을 일 년 내내 관측할 수 있다.

5 우리나라에서 볼 수 있는 대표적인 별자리는 다음과 같다.

봄	목동자리, 사자자리, 처녀자리 등
여름	독수리자리, 거문고자리, 백조자리 등
가을	페가수스자리, 물고기자리, 안드로메다자리 등
겨울	오리온자리, 쌍둥이자리, 큰개자리, 작은개자리 등
일 년 내내	큰곰자리, 작은곰자리, 카시오페이아자리, 세페우스자리 등

- 6 나, 르. 방위각은 기준인 북점에서 시계 방향으로 측정한다. 별 A의 방위각은 50°이고, 천구 북극의 방위각은 0°이다.
7 나무가 현재보다 멀리 옮겨지면 θ 값은 작아지고, 가까이 옮겨지면 θ 값은 커진다. 즉, 물체까지의 거리와 시차는 반비례한다.
8 가, 나. 별 S의 연주 시차는 시차인 0.4"의 절반인 0.2"이다. 따라서 지구에서 별 S까지의 거리는 $\frac{1}{0.2''} = 5$ pc이다.
다. 별 S보다 멀리 있는 별의 연주 시차는 0.2"보다 작다.
르. 토성의 공전 궤도 반지름이 지구보다 크다.
9 별 A와 B의 연주 시차는 각각 0.1"와 0.2"이다. 따라서 별 A와 B까지의 거리는 각각 10 pc와 5 pc이다.
10 나, 르. 연주 시차와 별까지의 거리는 반비례한다. 별 A까지의 거리는 $\frac{1}{0.1''} = 10$ pc, 별 B까지의 거리는 $\frac{1}{0.25''} = 4$ pc이다.
11 별 A까지의 거리는 20 pc이고, 별 B는 연주 시차가 0.01"이므로 별 B까지의 거리는 $\frac{1}{0.01''} = 100$ pc이다.
12 별 B와 비교하여 보면 별 A는 6개월 동안 $0.07'' + 0.03'' = 0.1''$ 만큼 이동하였다. 이 값의 $\frac{1}{2}$ 인 0.05"가 별 A의 연주 시차이다. 따라서 별 A까지의 거리는 $\frac{1}{0.05''} = 20$ pc이다.

02 별의 성질

p. 83~84

- 1 나, 르 2 ⑤ 3 ② 4 ⑤ 5 ③ 6 ④ 7 ⑤ 8 ③
9 ⑤ 10 ② 11 ⑤ 12 ⑤

- 1 별의 밝기는 별이 실제로 방출하는 에너지양과 별까지의 거리에 따라 달라진다.
2 (나)의 밝기는 (가)의 $\frac{1}{2.5}$ 이다. 밝기가 $\frac{1}{2.5}$ 로 어두워지면 1등급이 커지므로 2등급으로 보인다.
3 1등급인 별이 100개가 모인 성단은 밝기가 1등급인 별보다 100배 밝으므로 등급은 5등급이 작다.
4 거리가 2.5배 멀어지면 별의 밝기는 $\frac{1}{2.5^2}$ 로 어두워지고, 밝기 차는 $2.5^2 (=6.3)$ 배이다.
5 ①, ②, ⑤ 별의 밝기는 별까지의 거리의 제곱에 반비례한다. 별까지의 거리가 2배, 3배로 멀어지면 단위 면적당 받는 별빛의 양은 $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$ 로 줄어든다.
④ 별까지의 거리가 달라져도 절대 등급은 변하지 않는다.
6 326광년은 절대 등급의 기준 거리인 32.6광년보다 10배 멀기 때문에 겉보기 밝기는 절대 등급 밝기의 $\frac{1}{10^2}$ 이다.
7 태양까지의 거리가 100배로 멀어지면 태양의 밝기는 $\frac{1}{100^2}$ ($=\frac{1}{2.5^{10}}$)로 어두워지므로 겉보기 등급은 10등급 커진다. 하지만 거리가 달라져도 절대 등급은 변하지 않는다.
8 ①, ② 우리 눈에 가장 밝게 보이는 별은 겉보기 등급이 가장 작은 별 C이고, 방출하는 에너지양이 가장 많은 별은 절대 등급이 가장 작은 별 E이다.
③, ④ (겉보기 등급 - 절대 등급) 값이 작을수록 지구에서 가까운 별이고, 클수록 지구에서 멀리 있는 별이다.
⑤ 별 D와 같이 겉보기 등급과 절대 등급이 같은 별은 지구에서 10 pc ($=32.6$ 광년) 거리에 있다.
9 별 A와 B의 절대 등급은 $3.2 - (-6.8) = 10$ 등급 차이가 난다. $2.5^{10} = (2.5^5)^2 = (100)^2 = 10000$ 이므로 별 A의 밝기는 별 B의 $\frac{1}{10000}$ 로 어둡다.
10 가. 가장 멀리 있는 별은 연주 시차가 가장 작은 별 (나)이다.
나. 우리 눈에 가장 밝게 보이는 별은 겉보기 등급이 가장 작은 별 (가)이다.
다. 표면온도가 높은 별일수록 파란색을 띤다.
11 ⑤ 별의 스펙트럼형(분광형)은 O, B, A, F, G, K, M의 7가지로 분류된다.

12

별의 색깔	파란색	청백색	흰색	황백색	노란색	주황색	붉은색
스펙트럼형	O	B	A	F	G	K	M
표면온도	높다 ← → 낮다						



03 은하와 우주

p. 85~86

- 1 ④ 2 ⑤ 3 ② 4 ④ 5 ⑤ 6 ② 7 ③ 8 ④
9 ② 10 ② 11 ④ 12 ③

- 1 우리은하는 막대 나선 은하에 속하며, 태양계는 우리은하의 중심부에서 약 3만 광년 떨어진 나선팔에 위치한다.
- 2 ①, ② 우리은하를 옆에서 본 모습으로, 태양계는 B에 있다.
③ 은하 중심부인 C나 은하 주변의 공간인 D에는 주로 구상 성단이 분포한다.
④ 우리은하에는 별이 약 2000억 개가 포함되어 있다.
⑤ 우리은하의 지름은 약 10만 광년이다.
- 3 ① 은하수는 북반구와 남반구에서 모두 관측할 수 있다.
③ 은하수는 궁수자리 방향에서 가장 밝고 두껍게 보인다.
④ 우리나라에서는 은하수가 여름철에 가장 뚜렷하게 보인다.
⑤ 은하수는 지구에서 우리은하의 일부를 본 것이다.
- 4 우리나라와 같은 북반구에서는 여름철에 밤하늘의 방향이 은하 중심을 향하게 되어 은하수가 가장 잘 관측된다.
- 5 (가)는 구상 성단이고, (나)는 산개 성단이다.
① 우리은하의 나선팔에 주로 분포하는 성단은 (나)이다.
②, ④, ⑤ (가)는 주로 늙고 표면온도가 낮아 붉은색을 띠는 별들이 많고, (나)는 주로 젊고 표면온도가 높아 파란색을 띠는 별들이 많다.
③ (가)는 수만~수십만 개, (나)는 수십~수만 개의 별들로 이루어져 있다.
- 6 성간 물질이 많이 모여 있어 구름처럼 보이는 천체를 성운이라고 한다.
- 7 말머리 성운은 성간 물질이 별빛을 가로막아 검게 보이는 암흑 성운이다.
- 8 가. (가)는 타원 은하, (나)는 막대 나선 은하, (다)는 정상 나선 은하에 속한다.
나. (가)는 나선팔이 없고, (나)와 (다)는 나선팔이 있다.
다. (나)는 은하 중심부를 가로지르는 막대 모양의 구조에서 나선팔이 뻗어 나오고, (다)는 은하 중심부에서 바로 나선팔이 뻗어 나온다.
- 9 외부 은하는 모양에 따라 분류한다.
- 10 우주 팽창으로 인해 멀어지고 있는 외부 은하의 스펙트럼에서는 대부분 적색 편이가 나타난다.
- 11 풍선이 부풀어 오르면서 스티커 사이의 거리가 멀어지듯이, 우주가 팽창하면서 은하 사이의 거리가 멀어진다.
- 12 ① 팽창하는 우주에 특별한 중심은 없다.
② 멀리 있는 은하일수록 빠른 속도로 멀어진다.
④ 외부 은하의 스펙트럼에서는 대부분 적색 편이가 나타난다.
⑤ 대폭발(빅뱅) 이론에 따르면 우주는 한 점에서 시작되고 팽창하여 현재와 같은 모습이 되었다.

04 우주 개발

p. 87

- 1 ⑤ 2 ⑤ 3 ⑤ 4 ① 5 ② 6 ②

- 1 ⑤ 지구 주위를 일정한 궤도를 따라 공전하도록 만든 것은 인공위성이다.
- 2 ① 방열판은 우주 정거장의 열을 외부로 방출한다.
② 트러스는 각 모듈을 연결하는 금속 구조물로 우주 정거장을 지지하는 뼈대와 같은 역할을 한다.
③ 거주(주거) 모듈은 우주인의 식사와 수면 및 휴식을 위한 공간이다.
④ 실험 모듈은 우주 환경에서의 각종 실험을 위한 공간이다.
- 3 우주 정거장에서는 지상에서 하기 어려운 과학 실험이나 천체 관측, 신약 및 신소재 개발 등 미래 산업과 관련된 활동을 수행할 수 있다.
- 4 1957년 구 소련이 발사에 성공한 스푸트니크 1호가 인류 최초의 인공위성이다. 1969년 탐사선 아폴로 11호가 달에 착륙하여 인류가 최초로 달에 발을 내디뎠다.
- 5 (가)는 1992년, (나)는 2009년, (다)는 2008년의 일이다.
- 6 인공위성은 방송 통신, 천체 탐사, 기상 관측, 자원 탐사, 위치 추적 등에 이용된다.

VIII 과학과 인류 문명

01 과학과 인류 문명

p. 88

- 1 ① 2 ① 3 ② 4 ⑤ 5 ③ 6 ② 7 ②

- 1 ① 증기 기관의 발명 및 개량으로 산업 혁명을 불러왔고, 컴퓨터와 인터넷의 발명으로 정보화가 가능해졌다.
- 3 (가)는 폴러렌, (나)는 탄소 나노튜브로, 모두 나노기술을 이용하여 만들어졌다. 그래핀은 탄소 원자가 벌집 모양의 육각 구조를 이루면서 판 모양을 한 물질이다.
- 4 ①, ②, ③, ④는 모두 생명 공학 기술 중 유전자 재조합 기술을 이용하여 만들어진 것이다.
⑤ 접착테이프가 잘 붙지 않게 하는 나노페인트와 나노코팅제는 연잎 표면 구조에 착안하여 개발된 것으로 나노기술로 만들어진 것이다.
- 5 나. 발광 다이오드(LED)에 대한 설명이다.
- 6 전기 자동차를 만들 때 과학과 예술의 통합은 자동차 차체나 부품이 운전자의 편리성과 아름다움을 고려하도록 한 것이다.
- 7 ② 네트워크 시스템의 발달로 개인 정보 유출 및 개인 사생활 침해가 심각해졌다.