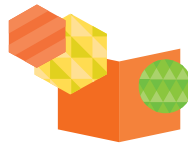


우공비

중등 과학 ③(하)

解 | 해

채움해설서



本 | 본

개념비법서

V. 여러 가지 화학 반응 _____ 2

VI. 유전과 진화 _____ 14

VII. 외권과 우주 개발 _____ 27

VIII. 과학과 인류 문명 _____ 39

別 | 별

시험대비서

중단원별 핵심요약+학교시험 문제 _____ 40

대단원별 단답형&서술형 문제 _____ 53

V. 여러 가지 화학 반응

01 산과 염기의 성질

• 본책 11, 13, 15쪽

개념 확인하기

- 01 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ 02 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㅅ 03 (1) 약산 (2) 강산 (3) 강산 04 ㄱ 05 (1) ㉔ (2) ㉕ (3) ㉖ (4) ㉗
- 06 (1) 염기성 (2) 푸른 (3) 단백질 (4) 수산화 07 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㅅ 08 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ 09 ㄴ 10 (1) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (2) NH_3
- 11 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × (5) × 12 ㄹ, ㅁ 13 (1) ○ (2) ○ (3) × 14 pH(수소 이온 지수) 15 (1) 작다 (2) 작다 (3) 하수구 세척액

01 산은 신맛을 내며 푸른색 리트머스 종이를 붉은색으로 변화시킨다. 또한 금속과 반응하여 수소 기체를 발생하고, 탄산 칼슘이 주성분인 달걀 껍데기와 반응하여 이산화 탄소 기체를 발생한다. 하지만 금이나 은과 같은 금속과는 반응하지 않는다.

03 수용액에서 이온화가 많이 된 것이 강산, 이온화가 적게 된 것이 약산이다. 강산에 전류를 흘려 주면 전자를 이동할 수 있는 이온이 많아 불빛이 밝다.

04 산은 수용액에서 수소 이온(H^+)과 음이온으로 이온화된다.
 ㄴ. $\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$
 ㄷ. $\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$

06 염기가 나타내는 공통적인 성질을 염기성이라고 한다. 염기성이 나타나는 이유는 수산화 이온(OH^-) 때문이다. 염기는 붉은색 리트머스 종이를 푸른색으로 변화시키고, 단백질을 녹이는 성질이 있어 손에 닿으면 미끈거린다.

07 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 용액의 색을 붉은색으로 변하게 하는 것은 염기성 물질이다.

08 전류가 잘 흐를 수 있도록 하기 위해 질산 칼륨 수용액에 거름종이를 적신다. 수산화 나트륨(NaOH) 수용액의 수산화 이온(OH^-)이 (+)극 쪽으로 이동하기 때문에 (+)극 쪽으로 붉은색 리트머스 종이가 푸르게 변한다. 이것은 염기의 공통적인 성질인 수산화 이온(OH^-) 때문에 나타나는 현상이므로 암모니아수로 실험을 해도 결과는 같다.

12 메틸 오렌지 용액을 붉은색으로 변하게 하는 물질은 산성 물질이다.

15 탄산음료는 pH가 3이므로 pH 7보다 작다. 레몬의 pH는 2, 베이킹소다의 pH는 9이므로 산성은 레몬이 더 크다.

우공비 BOX

보충 설명

전류의 세기를 세게하면 이온이 더 빨리 이동할 수 있어요.

조심조심

모든 금속이 산과 반응하여 수소 기체를 발생하는 것은 아니에요.

쉽게쉽게

산의 이온화가 일어날 때 수소 이온(H^+)과 음이온으로 나누어지므로 항상 수소 이온(H^+)을 먼저 분리해 놓고 남은 음이온을 생각하세요.

보충 설명

거름종이를 질산 칼륨 수용액에 적시지 않으면 전류가 잘 흐르지 않아요. 전류를 흘려 주면 이온이 각 전하와 반대 전하를 띠는 이온 쪽으로 이동해요. 이때 수산화 나트륨의 Na^+ , OH^- 만 이동하는 것이 아니라 질산 칼륨의 K^+ , NO_3^- 도 이동해요.

우공비 특별한비법 탐구

• 본책 16쪽

- 1 (1) ㉔ H^+ ㉕ (-)극 (2) ㉔ OH^- ㉕ (+)극 (3) 넓어진다.
 2 (1) × (2) × (3) ○ 3 $\text{NH}_4\text{OH} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
 4 ㉔

1 알짜풀이 (1) 산은 공통적으로 수소 이온(H^+)을 가지고 있기 때문에 전원 장치에 전류를 흘려 주면 (-)극 쪽으로 이동한다.

(2) 염기는 공통적으로 수산화 이온(OH^-)을 가지고 있기 때문에 전원 장치에 전류를 흘려 주면 (+)극 쪽으로 이동한다.
 (3) 전류의 세기를 세게 하거나 전류가 흐르는 시간을 길게 하면 변색 범위가 넓어진다.

답 (1) ㉔ H^+ ㉕ (-)극 (2) ㉔ OH^- ㉕ (+)극 (3) 넓어진다.

2 알짜풀이 (1) 산성 물질은 수용액에서 수소 이온(H^+)을 내놓는다. 메테인(CH_4)은 수소 원자를 포함하고 있으나 수용액에서 수소 이온을 내놓지 않고 분자 상태로 존재한다. 암모니아(NH_3)는 수소 원자를 포함하고 있는 물질이지만 물에 녹으면 NH_4^+ 과 OH^- 으로 이온화되므로 염기성 물질이다.

(2) 수산화 칼륨(KOH)의 이온화식은 $\text{KOH} \longrightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$ 이다. 따라서 수용액에서 OH^- 을 내놓으므로 염기성 물질이다.

(3) 산성 물질과 염기성 물질은 수용액에서 이온화되므로 전류를 흘려 주면 꼬마전구에 불이 켜진다. 답 (1) × (2) × (3) ○

3 알짜풀이 암모니아수(NH_4OH)는 염기성 물질로 이온화하면 수산화 이온(OH^-)을 내놓는다.

답 $\text{NH}_4\text{OH} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

4 자료 분석하기



질산 칼륨 수용액에 적신 푸른색 리트머스 종이

- 질산 칼륨 수용액을 리트머스 종이에 적시면 전류가 잘 흐른다.
- 전류를 흘려 주면 묽은 염산의 수소 이온(H^+)과 질산 칼륨의 칼륨 이온(K^+)이 (-)극 쪽으로 이동한다. 묽은 염산의 염화 이온(Cl^-)과 질산 이온(NO_3^-)은 (+)극 쪽으로 이동한다.
- 수소 이온(H^+) 때문에 푸른색 리트머스 종이는 (-)극 쪽으로 붉게 변한다.

알짜풀이 ② 푸른색 리트머스 종이가 (-)극 쪽으로 붉게 변했으므로 색 변화는 (-)극 쪽으로 이동한 양이온 때문이다. K^+ 은 리트머스 종이의 색을 변화시키지 않지만 H^+ 은 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시킨다.

오답변기 ③ 묽은 염산의 염화 이온(Cl^-)은 음이온이므로 (+)극 쪽으로 이동한다.

④ 질산도 산성 물질이므로 묽은 염산 대신 질산으로 실험해도 실험 결과는 같다. 답 ㉔

1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × 2 ① 3 ②

1 알짜풀이 (1) 식초와 묽은 염산은 산성 물질로 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시킨다.

(2) 산은 마그네슘 리본과 반응하여 수소 기체가 발생한다.

(3) 강산인 묽은 염산은 약산인 식초보다 전하를 띠는 이온이 더 많이 존재하므로 전류가 더 잘 흐른다.

(4) 수산화 칼륨 수용액은 염기성 물질로 탄산 칼슘과 반응하지 않는다. **답** (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ×

2 알짜풀이 ① 산성 물질과 염기성 물질은 수용액에서 모두 이온화하기 때문에 전하를 띠는 이온이 존재하므로 모두 전류가 흐른다. 따라서 수용액에서 전류가 흐르는 것은 공통적인 현상이기 때문에 산성 물질과 염기성 물질을 구별할 수 없다.

오답탐기 ② 달걀 껍데기의 주성분은 탄산 칼슘(CaCO_3)으로 산과 반응하여 이산화 탄소가 발생한다.

③ 마그네슘 조각은 산성 물질과 반응하여 수소 기체를 발생한다.

④ 산성 물질은 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키고, 염기성 물질은 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시킨다.

⑤ 페놀프탈레인 용액은 산성과 중성 용액에서는 무색, 염기성 용액에서는 붉은색으로 변한다. **답** ①

3 알짜풀이 ② 발생한 기체는 수소로 공기보다 가볍다. 즉, 수소 기체의 밀도가 공기의 밀도보다 작다.

오답탐기 ① 마그네슘과 염산이 반응하면 수소 기체가 발생한다.

③ 수소 기체는 폭발성이 있으므로 불을 붙이면 ‘퍽’ 소리를 내며 탄다.

④ 마그네슘은 산과 반응하여 수소 기체를 발생하므로 묽은 염산 대신 묽은 황산을 사용해도 된다.

⑤ 산은 금속 은을 제외한 금속과 반응하면 수소 기체가 발생하므로 알루미늄 조각을 사용해도 상관없다. **답** ②

중 단 원 별 실력올리기

• 본책 20~23쪽

01 ④ 02 ① 03 ③ 04 HCl , H_2SO_4 , HNO_3
 05 ③ 06 ⑤ 07 ① 08 ③ 09 ① 10 ④ 11 ①
 12 ② 13 ③ 14 ⑤ 15 ④ 16 ③ 17 파란색 - 초
 록색 - 노란색 18 ① 19 ④ 20 ① 21 ⑤ 22 ②
 23 해설 참조 24 해설 참조 25 해설 참조

01 알짜풀이 대부분의 금속은 산과 반응하여 수소 기체를 발생하지만 Ag (은)과 Au (금)은 산과 반응하지 않는다.

오답탐기 산의 공통적인 성질은 신맛이 나고, 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시킨다. 또한 대부분의 금속과 반응하여 수소 기체를 발생하고, 탄산 칼슘과 반응하여 이산화 탄소 기체를 발생하며 수용액은 전류가 흐른다. **답** ④

우공비 BOX

조심조심

H_2SO_4 과 H_2CO_3 은 이온화하여 2개의 H^+ 을 내놓아요.

용어알기

탄산 칼슘

화학적은 CaCO_3 으로 석회석, 방해석, 대리석, 달걀 껍데기, 조개 껍데기, 산호, 진주 등의 주성분이기도 해요.

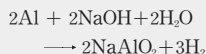
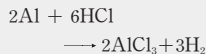
용어알기

암모니아수

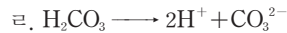
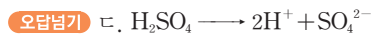
암모니아 수용액을 말해요. 보통 편이상 수산화 암모늄이라고도 해요.

보충 설명

알루미늄이 산, 염기와 반응했을 때 화학 반응식은 다음과 같아요.



02 알짜풀이 ㄱ, ㄴ. 산은 이온화하여 수소 이온(H^+)과 음이온으로 나누어진다.

**답** ①

03 알짜풀이 ③ 전기 전도도는 수용액 속에서 전하를 띠는 입자가 많이 존재할수록 커진다. 강산은 이온화 정도가 커서 수용액에서 대부분 이온화하므로 전류가 잘 흐른다. 반면에 약산은 이온화 정도가 작아서 수용액 속에 이온 수가 적기 때문에 전류가 잘 흐르지 않는다.

오답탐기 ① 양이온은 수소 이온으로 같다.

② 음이온이 서로 다르기 때문에 다른 성질을 가지게 된다.

⑤ 전류의 세기는 분자 내의 수소 원자의 개수와는 상관없고, 수용액에서 이온화하는 정도와 관계있다. **답** ③

04 알짜풀이 수용액에서 이온화 정도가 커서 대부분 이온화하는 산이 강산이다. HCl (염산), H_2SO_4 (황산), HNO_3 (질산)이 강산에 해당된다. **답** HCl , H_2SO_4 , HNO_3

05 알짜풀이 접시 가운데 떨어뜨린 염산이 이온화하여 수소 이온(H^+)과 염화 이온(Cl^-)으로 나누어지므로 수소 이온은 (-)극 쪽으로 이동하고, 염화 이온은 (+)극 쪽으로 이동한다. 그 결과 (-)극 쪽의 리트머스 용액과 이동한 수소 이온이 반응하여 리트머스 용액의 색깔을 붉게 변화시킨다.

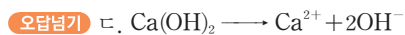
오답탐기 전극을 반대로 연결하면 (+)극과 (-)극의 위치가 서로 반대가 된다. 따라서 리트머스 용액의 색이 붉게 변하는 방향도 반대가 된다. **답** ③

06 알짜풀이 식초는 아세트산 수용액을 말한다. 아세트산의 화학식은 CH_3COOH 이다. **답** ⑤

07 알짜풀이 보기의 물질을 액성에 따라 나누면 식초, 사이다, 레몬은 산성 물질이고, 유리 세정제, 하수구 세정제, 암모니아수는 염기성 물질이다. 설탕물, 소금물은 중성 물질이다. 이 물질 중 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키는 물질은 산성 물질이다. **답** ①

08 알짜풀이 염기는 금속과 반응하지 않으나 아연(Zn), 알루미늄(Al)과 같은 금속과는 반응한다.

오답탐기 염기의 공통적인 성질은 쓴맛이 나며, 단백질을 녹이는 성질이 있다. 뿐만 아니라 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시키고, 수용액은 전류가 흐른다. **답** ③

**답** ①

10 알짜풀이 수용액에서 이온화 정도가 커서 수산화 이온을 많이 내놓는 염기가 강염기이다. NaOH (수산화 나트륨), KOH (수산화 칼륨), Ca(OH)_2 (수산화 칼슘)이 강염기에 해당한다. **답** ④

11 알짜풀이 ① 수산화 나트륨은 수용액에서 대부분 이온화된다. 따라서 전류를 흘려 주었을 때 전기 전도성이 크다.

우공비 BOX

조심조심

pH가 수소 이온의 양의 척도라고 해서 pH가 클수록 산성이 커진다고 생각하면 안 돼요. pH가 작을수록 산성이 커져요.

오답내기 ③ 이온화하여 수산화 이온(OH^-)을 내놓으므로 염기이고, 염기는 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시킨다.

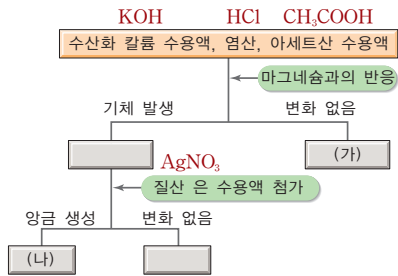
④ 수산화 나트륨은 이온화하면 다음과 같다.

$\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$, 따라서 수산화 나트륨은 Na^+ 과 OH^- 이 1 : 1의 개수비로 이온화한다.

⑤ 수산화 칼슘은 강염기이다. 따라서 수용액에서 수산화 나트륨처럼 대부분 이온화한다. **정답** ①

12 알짜풀이 (가)는 산성 물질, (나)는 염기성 물질이다. 산성 물질과 염기성 물질 모두 수용액에서 이온화하므로 전류가 흐른다. **정답** ②

13 자료 분석하기



- 염산과 아세트산은 산성 물질이고, 수산화 칼륨은 염기성 물질이다.
- 마그네슘과 반응하여 기체를 발생시키는 것은 산성 물질이고, 변화가 없는 것은 염기성 물질이다.

⇒ (가)는 KOH이다.

- 질산 은 수용액과 반응하여 양금을 생성하는 것은 염화 이온(Cl^-)을 포함하는 물질이다.

⇒ 양금을 생성하는 (나)는 HCl이다.

알짜풀이 Mg와 반응하여 변화가 없는 물질 (가)는 염기성 물질인 수산화 칼륨(KOH) 수용액이다. 마그네슘과 반응해서 수소 기체를 발생하고, 질산 은 수용액과 반응하여 양금을 생성하는 (나)는 염산(HCl)이다. **정답** ③

14 알짜풀이 수산화 칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$)을 물에 녹이면 수용액은 강염기이며, 수용액을 석회수라고 한다. 이산화 탄소와 반응하여 CaCO_3 (흰색 침전물)을 생성한다.

$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ **정답** ⑤

15 알짜풀이 수산화 나트륨은 조해성이 있다. 조해성은 공기 중의 수분을 흡수하여 스스로 녹는 성질을 말한다. 따라서 수분을 흡수한 만큼 질량이 증가한다. **정답** ④

16 알짜풀이 ③ 수산화 나트륨, 수산화 칼슘, 암모니아는 공통적으로 수용액에서 수산화 이온을 내놓는 염기성 물질이다.

오답내기 ① 시멘트의 원료는 수산화 칼슘이다.

② 수산화 칼슘 수용액인 석회수는 이산화 탄소와 반응하면 뿌옇게 변하므로 이산화 탄소 검출에 사용한다.

④ 조해성이 있는 물질은 수산화 나트륨, 수산화 칼슘이다.

⑤ 빵을 만들 때 부풀어 오르도록 만드는 것은 탄산수소 나트륨이다. **정답** ③

17 알짜풀이 비눗물, 증류수, 식초는 각각 염기성, 중성, 산성 물질이다. 그러므로 BTB용액은 산성, 중성, 염기성에서 파란색, 초록색, 노란색을 나타낸다. **정답** 파란색 - 초록색 - 노란색

18 알짜풀이 수산화 칼륨은 염기성 물질로, 페놀프탈레인 용액은 붉은색, 메틸 오렌지 용액은 노란색을 나타낸다. **정답** ①

19 알짜풀이 ④ 중성 물질의 pH는 7, 산성 물질의 pH는 7보다 작고, 염기성 물질은 7보다 크다.

오답내기 ② 증류수는 중성 물질이므로 pH는 7이다.

③ 탄산음료는 산성 물질이므로 pH가 7보다 작다. **정답** ④

20 알짜풀이 ① 강산이란 이온화 정도가 커서 수용액에서 수소 이온(H^+)을 많이 내놓는 산을 말한다.

오답내기 ④ 제산제로 쓰이는 물질에는 약염기 물질인 수산화 마그네슘($\text{Mg}(\text{OH})_2$)과 수산화 알루미늄($\text{Al}(\text{OH})_3$)이 있다.

⑤ 암모니아(NH_3)는 수용액에서 NH_4^+ 과 OH^- 으로 이온화된다. **정답** ①

21 알짜풀이 페놀프탈레인 용액은 염기성 물질에서 붉은색을 나타내므로 암모니아수와 반응하여 붉은색 분수가 생성된다. 따라서 BTB 용액을 사용하면 BTB 용액은 염기성 물질에서 파란색을 나타내므로 분수의 색은 파란색이 된다.

오답내기 암모니아 기체가 물에 녹으면 플라스크 안의 압력이 낮아져 압력 차에 의하여 비커의 물이 빨려 올라간다. **정답** ⑤

22 알짜풀이 식초는 아세트산(CH_3COOH) 수용액이며 산성 물질이기 때문에 BTB 용액을 노란색으로 변화시킨다. BTB 용액은 산성, 중성, 염기성에서 각각 노란색, 초록색, 파란색을 나타낸다. **정답** ②

23 모범답안 산성 물질은 공통적으로 수소 이온(H^+)을 가지고 있기 때문에 공통적인 성질을 나타내지만 수소 이온(H^+)이 아닌 음이온이 각 물질마다 다르기 때문에 서로 다른 성질을 나타낸다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %

24 알짜풀이 수산화 칼슘 수용액은 강염기, 암모니아수는 약염기이다. 따라서 두 수용액의 전기 전도성을 측정해보면 강염기인 수산화 칼슘 수용액의 전기 전도도가 더 크다. 또한 수산화 칼슘 수용액에 이산화 탄소 기체를 통과시키면 뿌옇게 흐려진다.

모범답안 전기 전도도를 비교한다. / 각 수용액에 이산화 탄소를 통과시킨다. / 불꽃 반응 실험을 한다. 등

채점 기준	배점
① 두 가지 이상 모두 설명한 경우	100 %
② 한 가지 구별 방법만 설명한 경우	40 %

25 모범답안 비눗물, 베이킹소다 수용액, 유리 세정제 등과 같은 염기성 물질. 페놀프탈레인 용액은 염기성 물질에서 붉은색으로 변하기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 물질만 쓰고, 이유를 설명하지 않은 경우	40 %

보충 설명

암모니아수는 자극적인 냄새 때문에 냄새만 맡아도 쉽게 구별할 수 있어요. 하지만 화학 약품이기 때문에 코를 직접 대고 냄새를 맡는 것은 상당히 위험해요. 따라서 냄새로 구별할 때는 손으로 바람을 일으켜 냄새를 맡도록 하세요.

보충 설명

탄산수소 나트륨
탄산수소 나트륨의 화학식은 NaHCO_3 이고, 베이킹 파우더의 주성분이예요.

02 중화 반응

• 본책 25, 27쪽

개념 확인하기

01 중화 반응 02 (가) 초록색 (나) 중성 03 (1) ○ (2) ○
(3) ○ (4) × 04 (1) 노란색 (2) $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$
(3) 초록색

05 ㄱ, ㄴ 06 (1) × (2) × (3) ○ (4) × 07 ㄱ, ㄷ, ㄹ
08 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○

02 묶은 염산의 수소 이온 수와 수산화 나트륨 수용액의 수산화 이온 수가 같으므로 혼합 용액의 액성은 중성이다. BTB 용액은 중성 용액에서 초록색을 나타낸다.

03 (가)는 염기성 용액이므로 pH가 7보다 크고, 중화 반응이 완전히 일어나는 용액은 H^+ 의 수와 OH^- 의 수가 같은 용액(다)이다. 페놀프탈레인 용액은 염기성에서만 붉은색을 나타내므로 염기성 용액인 (가)와 OH^- 수가 H^+ 의 수보다 많은 (나)에서만 붉은색을 나타낸다.

04 묶은 염산은 산성 물질로 BTB 용액을 떨어뜨리면 용액의 색은 노란색을 나타낸다. 여기에 수산화 나트륨 수용액을 떨어뜨리면 수소 이온의 수와 수산화 이온의 수가 같아지는 지점에서 중화 반응이 완결되므로 수용액의 색은 초록색을 나타낸다.

06 중화 반응이 일어나면 용액의 온도는 점차 높아지고, 중화 반응이 완전히 일어난 지점에서 온도가 가장 높다. 따라서 중화 반응이 완전히 일어난 용액은 (다)이므로 (다)에서 용액의 온도가 가장 높다. 중화 반응 결과 생성된 염은 염화 나트륨이다. (다) 용액은 중성, (라) 용액은 염기성이다. 따라서 페놀프탈레인 용액 대신 BTB 용액을 이용하면 (다)는 초록색, (라)는 파란색을 나타낸다.

07 염은 중화 반응이 일어날 때 물과 함께 생성된다. 따라서 산과 염기의 반응에서 염이 생성된다.

우공비 특별한비법 탐구

• 본책 28쪽

1 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × 2 (1) (가) 파란색 (나) 파란색 (다) 초록색 (라) 노란색 (2) (다) 3 ④ 4 지시약의 색 변화와 온도 변화 확인

1 알짜풀이 (1), (3) 중화점에서 수소 이온(H^+)과 수산화 이온(OH^-)의 개수가 같으므로 용액의 액성은 중성이다.

(2) BTB 용액은 산성 용액에서는 노란색, 중성 용액에서는 초록색, 염기성 용액에서는 파란색을 나타낸다.

(5) 중화점에 도달하려면 H^+ 과 OH^- 의 개수비가 1 : 1이어야 한다. 같은 부피에서 수산화 바륨의 OH^- 의 개수가 염산의 H^+ 의 개수보다 2배이다. ㉠ (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) ×

우공비 BOX

쉽게쉽게

혼합 용액에 지시약을 떨어뜨리고 색 변화를 물어볼 때는 H^+ 과 OH^- 의 개수를 먼저 파악하세요.

2 알짜풀이 (1) 용액의 액성은 H^+ 과 OH^- 의 개수에 따라 달라진다. 이온의 개수가 $H^+ > OH^-$ 일 때는 산성, $H^+ = OH^-$ 일 때는 중성, $H^+ < OH^-$ 일 때는 염기성이다. 따라서 (가)와 (나)는 염기성, (다)는 중성, (라)는 산성이다.

(2) 혼합 용액의 온도가 가장 높은 용액은 중화 반응이 완전히 일어난 용액(다)이다.

㉠ (1) (가) 파란색 (나) 파란색 (다) 초록색 (라) 노란색 (2) (다)

3 알짜풀이 ④ 일정량의 염산에 수산화 나트륨 수용액을 계속 넣어 주면 중화 반응이 일어나 용액의 온도가 높아진다. 따라서 온도가 가장 높은 C점에서 중화 반응하는 양이 가장 많다.

오답정기 ① 페놀프탈레인 용액은 산성과 중성 용액에서 무색, 염기성 용액에서 붉은색을 나타낸다. 중화점인 C점에 도달하기 전인 A와 B점의 용액은 산성이므로 용액의 색은 같다.

② 중화 반응할 때 열이 발생한다. 그러므로 중화점에 도달하기 전까지 온도가 계속 높아지다가 중화점에서 최고 온도를 나타내므로 C점이 중화점이다.

③ C점은 중화점으로 수소 이온(H^+)과 수산화 이온(OH^-)의 개수비가 1 : 1인 지점이다.

⑤ 중화점 이후에는 중화 반응이 완전히 끝났기 때문에 수산화 나트륨 수용액을 더 넣어 주어도 H^+ 이 존재하지 않으므로 OH^- 이온의 개수만 많아진다. 따라서 A~D점에서 OH^- 이 H^+ 보다 많은 것은 D이다. ㉠ ④

4 알짜풀이 액성에 따라 색이 달라지는 지시약을 사용하여 중화점을 알아낼 수 있으며, 중화 반응 시 발생하는 열을 이용해서 중화점을 알아 낼 수 있다.

㉠ 지시약의 색 변화와 온도 변화 확인

우공비 특별한비법 자료 분석

• 본책 29쪽

01 ③ 02 ③ 03 ④ 04 B > A = C > D

01 자료 분석하기

시험관	A	B	C	D	E
용액					
묶은 염산의 부피(mL)	14	12	10	8	6
수산화 나트륨 수용액의 부피(mL)	6	8	10	12	14

- 산과 염기의 반응으로 중화 반응이 일어난다.
- 중화 반응에 참여하는 묶은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 부피는 다음과 같다.

구분	A	B	C	D	E
묶은 염산의 부피(mL)	6	8	10	8	6
수산화 나트륨 수용액의 부피(mL)	6	8	10	8	6

- 중화 반응에 참여한 산과 염기의 부피가 많을수록 용액의 온도는 더 높다.

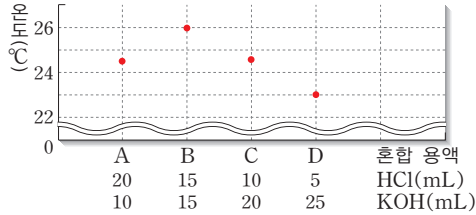
보충 설명

염산 10 mL당 H^+ 이 10개 존재한다고 가정하면 수산화 바륨 수용액 10 mL에는 OH^- 이 20개 존재해요.

알짜풀이 중화 반응하는 양이 가장 많은 시험관은 C이다. 따라서 중화 반응에 참여하는 H^+ 과 OH^- 의 수가 가장 많은 시험관도 C이다. ㉢ ③

02 알짜풀이 중화 반응을 하면 물과 열이 생성된다. 따라서 중화 반응하는 양이 가장 많은 시험관 C에서 열이 가장 많이 발생하여 온도가 가장 높다. ㉢ ③

03 자료 분석하기



- 중화열이 같은 혼합 용액은 중화 반응한 양이 같다.
→ A와 C는 중화 반응한 양이 같다.
- 온도가 가장 높은 용액이 중화 반응하는 양이 가장 많다.
→ B에서 중화 반응한 양이 가장 많다.

알짜풀이 ④ 염기성 물질이 BTB 용액의 색을 파란색으로 변하게 한다. A는 H^+ 이 OH^- 의 수보다 많으므로 산성이고, B는 H^+ 과 OH^- 의 수가 같으므로 중성, C와 D는 H^+ 이 OH^- 의 수보다 적으므로 염기성이다.

오답نب기 ② B는 묽은 염산과 수산화 칼륨 수용액의 부피비가 같으므로 H^+ 과 OH^- 의 수가 같다.
③ 모든 용액에서 중화 반응이 일어난다.
⑤ B는 중화 반응이 완전히 일어났다. 따라서 묽은 염산을 더 넣어 주어도 중화 반응이 일어나지 않으므로 온도는 더 이상 높아지지 않는다. ㉢ ④

04 알짜풀이 용액의 온도가 높을수록 중화 반응이 많이 일어난 것이다. 따라서 생성된 물의 양도 많다. ㉢ B>A=C>D

우공비 BOX

보충 설명

중화점에서 모든 H^+ 과 OH^- 이 반응하여 H_2O 를 생성한다고 하여 이온이 존재하지 않는 것은 아니에요. 구경꾼 이온이 존재해요.

알짜풀이 ④ (다) 용액은 수소 이온(H^+)과 수산화 이온(OH^-)의 수가 같아 중화 반응이 완전히 일어난 중성 용액이다. 따라서 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 용액은 무색이다.

오답نب기 ① (가)와 (나)의 용액은 수산화 이온(OH^-)이 수소 이온(H^+)보다 많으므로 염기성 용액이다.

② (다) 용액은 중화 반응이 최대로 일어나 중화점에 도달한 모형이므로 온도가 가장 높다.

③ 전류는 전하를 띠는 이온이 존재하면 흐른다. (다) 용액에는 전하를 띠는 이온이 존재하므로 전류를 흘려 주면 전류가 통한다.

⑤ (라) 용액은 산성 용액이다. 산성 용액에서 BTB 용액은 노란색을 나타낸다. ㉢ ④

02 알짜풀이 중화 반응이 완전히 일어나려면 산성 용액의 H^+ 과 염기성 용액의 OH^- 의 개수가 서로 같아야 한다. 묽은 염산의 H^+ 이 10개이므로 이를 완전히 중화시키기 위해 필요한 OH^- 의 개수는 10개이다. ㉢ ③

03 알짜풀이 ④ 같은 농도의 염산과 수산화 나트륨 수용액을 혼합하면 중화 반응이 일어나 물과 염이 생성된다. 생성된 염 NaCl은 물에 잘 녹아 물속에서 Na^+ 과 Cl^- 으로 존재한다.

오답نب기 ①, ② 중화 반응에서는 H^+ 과 OH^- 이 반응하여 물을 생성한다. 이때 Na^+ 과 Cl^- 은 반응에 참여하지 않으므로 구경꾼 이온이다.

③ H^+ 과 OH^- 의 개수가 같으므로 혼합 용액의 액성은 중성이다. 따라서 중성 용액의 pH는 7이다.

⑤ 두 수용액의 농도가 같으므로 같은 부피로 용액을 섞으면 H^+ 과 OH^- 의 개수가 같아 혼합 용액의 액성은 중성이 된다. ㉢ ④

조심조심

산과 염기의 수용액이 주어진다면 산과 염기 1개당 내놓을 수 있는 H^+ 과 OH^- 의 수를 파악해야 해요.

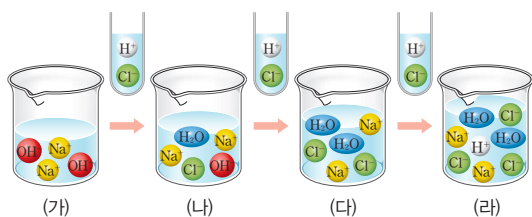
04 알짜풀이 같은 부피의 수용액에서 묽은 황산(H_2SO_4)은 1분자당 수소 이온을 2개 내놓으므로 묽은 황산의 H^+ 과 수산화 나트륨 수용액의 OH^- 의 개수비는 $H^+ : OH^- = 2 : 1$ 이다. 따라서 이 두 용액을 혼합해서 중성인 용액을 만들려면 황산 분자 1개당 2개의 OH^- 이 필요하다. 농도가 같다고 했으므로 황산을 중화시키는데 필요한 수산화 나트륨의 부피는 묽은 황산 부피의 2배이다. ㉢ 1 : 2

우공비 특별한비법

• 본책 30쪽

01 ④ 02 ③ 03 ④ 04 1 : 2

01 자료 분석하기



- 수용액에서 이온의 개수 비교
(가) : $H^+ < OH^-$, (나) : $H^+ < OH^-$, (다) : $H^+ = OH^-$, (라) : $H^+ > OH^-$
- 수용액의 액성
(가)와 (나)는 염기성, (다)는 중성, (라)는 산성 → (다)가 중화점이다.

쉽게쉽게

용액 속 이온의 개수 비교

- 산성 용액 : $H^+ > OH^-$
- 중성 용액 : $H^+ = OH^-$
- 염기성 용액 : $H^+ < OH^-$

중 단 원 별 실력올리기

• 본책 32~35쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ② 04 ④ 05 ④ 06 ④ 07 ③
08 (라), (가) 09 ⑤ 10 ⑤ 11 D, E 12 ⑤ 13 ①
14 C 15 ③ 16 ⑤ 17 ⑤ 18 (가) 중화 반응 (나)
 $2HCl + Mg(OH)_2 \rightarrow MgCl_2 + 2H_2O$ 19 ② 20 ②
21 해설 참조 22 해설 참조 23 해설 참조 24 해설 참조

01 알짜풀이 실제 반응에 참여한 이온이 아닌 반응에 참여하지 않지만 수용액 속에 존재하는 이온을 구경꾼 이온이라고 한다. ㉢ ⑤

02 알짜풀이 ③ 산과 염기가 반응할 때 중화 반응이 일어난다. NH_4OH 과 NaOH 은 모두 염기이므로 혼합했을 때 중화 반응이 일어나지 않는다.

오답نب기 ① $\text{HCl} + \text{KOH} \longrightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

② $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{MgSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

④ $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

⑤ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

답 ③

03 알짜풀이 중화 반응이 완전히 일어나려면 수소 이온(H^+)과 수산화 이온(OH^-)의 개수가 같아야 한다. 수산화 칼슘의 수산화 이온(OH^-) 2개가 완전히 중화 반응이 일어나려면 수소 이온도 2개가 필요하다. 따라서 염산은 한 분자당 수소 이온 1개를 내놓으므로 필요한 염산 분자의 수는 2개이다. 답 ②

04 알짜풀이 ④ (다)는 중화점에 도달한 상태이므로 용액은 중성이다. 따라서 BTB 용액을 초록색으로 변화시킨다.

오답نب기 ② (가)는 염기성 용액이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉게 변한다.

③ (나)는 수산화 이온(OH^-)이 H^+ 보다 많으므로 염기성 용액이다. 따라서 pH는 7보다 크다.

⑤ 마그네슘 조각은 산과 반응할 때 기체를 생성한다. (라)는 산성 용액이므로 마그네슘 조각을 넣으면 수소 기체를 발생한다. 답 ④

05 알짜풀이 ④ 황산 이온(SO_4^{2-})은 구경꾼 이온이므로 중화 반응이 일어나도 그 수는 변하지 않는다.

오답نب기 ① 중화 반응이 일어날 때 물이 생성되므로 물 분자의 수는 증가한다.

② 중화 반응이 일어나면 중화열이 발생한다. 따라서 중화점까지 용액의 온도가 높아진다.

⑤ 수산화 칼륨 수용액의 칼륨 이온(K^+)은 구경꾼 이온이므로 중화점까지 칼륨 이온(K^+)의 수는 증가한다. 답 ④

06 알짜풀이 ㄱ, ㄴ, ㄷ. 중화점은 수소 이온(H^+)과 수산화 이온(OH^-)의 수가 같아 중화 반응이 완전히 일어난 지점으로 이때 용액의 액성은 중성이다. 중화 반응이 일어나면 온도가 높아지므로 중화점에서 최고 온도를 나타낸다.

오답نب기 ㄹ. 중화점에서 중화 반응이 완전히 일어난 상태이므로 산이나 염기를 더 넣어 주어도 더 이상 중화 반응이 일어나지 않기 때문에 온도가 높아지지 않는다. 답 ④

07 알짜풀이 ③ (다)에서 중화 반응이 완전히 일어난다.

오답نب기 ①, ② (가)와 (나)는 산성, (다)는 중성, (라)는 염기성이다. 페놀프탈레인 용액은 염기성에서 붉은색을 띤다.

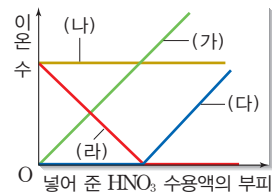
④ 전류를 흐르게 할 수 있는 이온들이 존재하므로 (다) 용액에서 전류가 흐른다.

⑤ 수산화 나트륨 수용액의 수산화 이온(OH^-)과 만나 물이 생성될 수 있는 수소 이온(H^+)이 존재해야 물 분자 수가 많아진다. 답 ③

08 알짜풀이 BTB 용액에서 노란색을 나타내는 것은 산성 용액이고, pH가 가장 큰 용액은 염기성 용액 중 OH^- 의 수가 많은 용액이다. 답 (라), (가)

우공비 BOX

09 자료 분석하기



- 구경꾼 이온 : 칼륨 이온(K^+), 질산 이온(NO_3^-)
- 반응에 참여한 이온 : 수소 이온(H^+), 수산화 이온(OH^-)
- 구경꾼 이온은 이온 수가 일정하거나 계속 증가한다.
 ➔ 넣어 준 질산의 부피에 상관없이 이온 수가 일정한 (나)는 칼륨 이온(K^+), 질산의 부피에 비례하여 이온 수가 증가하는 (가)는 질산 이온(NO_3^-)이다.
- 반응에 참여한 이온은 중화 반응까지 이온 수가 감소하거나 중화 반응 이후부터 이온 수가 증가한다.
 ➔ (다)는 수소 이온(H^+), (라)는 수산화 이온(OH^-)

알짜풀이 (다)와 (라)가 만나는 지점에서 (라)는 존재하지 않고, (다)는 수가 다시 증가한다. 따라서 그 지점에서 중화 반응이 완전히 일어난다. 답 ⑤

10 알짜풀이 ⑤ 비커의 온도는 중화 반응이 가장 많이 일어난 C에서 가장 높다. D와 E는 C보다 중화 반응하는 양이 적으므로 용액의 온도는 C보다 낮다.

오답نب기 ① H^+ 과 OH^- 은 1 : 1의 개수비로 중화 반응하므로 반응 후 A와 B는 OH^- 의 수가 더 많다. 따라서 염기성이다.

② 중화 반응한 양이 많을수록 온도는 높다. C의 온도가 가장 높으므로 중화 반응이 가장 많이 일어났다.

③ 중화 반응한 양이 가장 많은 C에서 생성된 물 분자 수가 가장 많다.

④ 비커 D에는 H^+ 이 OH^- 보다 많으므로 산성 용액이고, 메틸 오렌지 용액을 떨어뜨리면 빨간색을 나타낸다. 답 ⑤

11 알짜풀이 BTB 용액은 염기성, 중성, 산성에서 각각 파란색, 초록색, 노란색을 나타낸다. A, B, C, D, E의 액성은 각각 염기성, 염기성, 중성, 산성, 산성이다. 따라서 용액의 색은 파란색, 파란색, 초록색, 노란색, 노란색을 나타낸다.

답 D, E

12 알짜풀이 중화 반응 결과 H_2O 과 염이 생성된다. 각각의 염은 ① NaNO_3 ② CaCl_2 ③ BaCl_2 ④ Na_2SO_4 ⑤ BaSO_4 이다. 따라서 물에 잘 녹지 않는 염은 BaSO_4 이다. 답 ⑤

13 자료 분석하기

- 묽은 황산(H_2SO_4) 1개가 이온화하면 H^+ 을 2개, 수산화 나트륨(NaOH) 1개가 이온화하면 OH^- 을 1개 내놓는다.
- H_2SO_4 과 NaOH 은 1 : 2의 부피비로 반응한다. 따라서 C 용액은 H^+ 과 OH^- 이 모두 반응하여 중성이다.

구분	A	B	C	D
묽은 황산의 부피(mL)	25	15	10	5
수산화 나트륨 수용액의 부피(mL)	5	15	20	25
용액의 액성	산성	산성	중성	염기성

보충 설명

중화 반응하는 양은 A는 20 mL, B는 30 mL, C는 40 mL, D는 30 mL, E는 20 mL예요.

보충 설명

일정량의 묽은 황산(H_2SO_4)에 수산화 칼륨(KOH) 수용액을 넣어 주는 것이므로 반응에 참여하지 않는 황산 이온(SO_4^{2-})의 개수엔 변화가 없죠. 하지만 수산화 칼륨 수용액을 계속 넣어 주는 것이므로 반응에 참여하지 않는 칼륨(K^+) 이온은 계속 증가합니다.

조심조심

(가)와 (나) 모두 염기성 용액이지만 (가)가 (나)보다 OH^- 이 더 많으므로 염기성이 더 강해요.

우공비 BOX

- 알짜풀이** ① A와 B의 액성은 산성이다.
오답نب기 ② C는 무색, D는 붉은색을 나타낸다.
 ③ 염은 Na_2SO_4 로 물에 잘 녹는다.
 ④ 묽은 황산과 수산화 나트륨 수용액이 모두 중화 반응한 지점의 액성이 중성이고, 이때 혼합 용액의 온도가 가장 높으므로 C가 해당한다. **답** ①

14 알짜풀이 중화 반응이 일어나면 물이 생성되는데, 중화 반응의 양이 많을수록 생성되는 물의 양이 많다. 따라서 온도가 가장 높은 C 용액에서 생성된 물의 양이 가장 많다. **답** C

15 자료 분석하기

• 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 화학 반응식은 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ 이다.
 • 중화 반응 후 생성된 용액을 가열하면 물은 증발하고, 염화 나트륨만 남는다. \Rightarrow 고체 A는 염화 나트륨(NaCl)

- 알짜풀이** ③ 중화 반응의 결과 생성된 염은 염화 나트륨(NaCl)으로 수용액의 액성은 염기성이 아니다.
오답نب기 ① 염화 나트륨은 물에 잘 녹는다.
 ② 고체 A는 NaCl 이므로 불꽃 반응의 색이 노란색이다.
 ④ 염화 나트륨의 결정은 흰색이다.
 ⑤ $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$ 이며, AgCl 은 흰색 앙금이다. **답** ③

16 알짜풀이 알루미늄은 산에 녹는 금속이다. 금속이 산화되는 산화 환원 반응의 예이다. 나머지는 중화 반응과 관련된 반응이다. **답** ⑤

17 알짜풀이 썩기풀에 쓰였을 때 부풀어 오르면서 고통을 느끼는 것은 개미산 때문이다. 베이킹소다나 암모니아수는 염기성 물질로 썩기풀의 독 성분인 개미산과 중화 반응하여 피부 속의 세포가 산에 의해 파괴되는 것을 줄일 수 있어 통증이 완화된다. **답** ⑤

18 알짜풀이 제산제는 약염기 물질로 몸속의 위액인 염산과 중화 반응한다.
답 (가) 중화 반응 (나) $2\text{HCl} + \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

19 알짜풀이 (가)는 염기성, (다)는 중성 용액이다. 드라이아이스(CO_2)를 NaOH 수용액에 넣으면 물에 점차 녹아 H_2CO_3 이 되므로 (가)에서 (다)로 변해갈 때 구경꾼 이온인 CO_3^{2-} 의 수는 증가한다. NaOH 수용액의 Na^+ 도 구경꾼 이온으로 반응이 진행될 때 NaOH 수용액의 부피가 일정하므로 그 수는 일정하다. **답** ②

쉽게쉽게

중화 반응으로 생성된 물의 양은 중화 반응한 양과 비례해요.

보충 설명

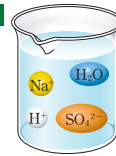
화학 반응식은 다음과 같아요.
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

20 알짜풀이 Na^+ 과 Cl^- 은 구경꾼 이온으로 중화 반응이 일어나도 없어지거나 새로 생겨나지 않는다. 따라서 (다)에 Na^+ 이 2개, Cl^- 이 3개 존재하는 것으로 보아 (가)에는 HCl 세 분자, (나)에는 NaOH 두 개가 이온화되어 있다.

ㄱ. (가)는 염산, (나)는 수산화 나트륨 수용액이다.
 ㄴ. (가)와 (다)는 산성 용액이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 용액의 색은 노란색으로 같다.

오답نب기 ㄴ. 총 이온 수는 (가)가 6개, (나)가 4개로 이온 수의 비는 3 : 2이다.
 ㄷ. (가)에는 염산 세 분자가 이온화되어 있다. **답** ②

21 모범답안



수소 이온의 수가 수산화 이온 수보다 많으므로 용액의 액성은 산성이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 그리고 설명한 경우	100 %
② 그림이나 설명 중 하나만 맞은 경우	70 %
③ 액성만 맞게 쓴 경우	30 %

22 모범답안 중화점 이후에는 중화 반응이 더 이상 일어나지 않으므로 넣어 준 산이나 염기에 의해 혼합 용액의 온도가 낮아진다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 단순히 중화 반응이 끝났기 때문이라고 설명한 경우	50 %

23 알짜풀이 물 이외에 KCl 이 생성된다. 양이온인 K^+ 의 존재는 불꽃 반응의 보라색 불꽃으로 확인할 수 있고, 음이온인 Cl^- 은 AgNO_3 수용액과 반응시켜 흰색 앙금(AgCl)이 생성되는 것으로 알 수 있다.

모범답안 불꽃 반응으로 칼륨 이온(K^+)인 금속 이온의 종류 확인, AgNO_3 수용액과 반응시켜 생성된 앙금의 존재로 음이온인 염화 이온(Cl^-)을 확인한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %

24 알짜풀이 일반적인 종이는 산성이다. 종이에 쓴 글씨가 번지는 것을 막고 색깔이 희게 하는 과정에서 사용하는 물질이 산성이기 때문이다. 산성지는 공기 중의 수분과 반응하여 색이 변하고 부스러지기 쉬우나, 한지는 제작 과정에서 염기성 물질인 잿물을 첨가하므로 한지가 중성을 띠게 되어 보존성이 좋다.

모범답안 일반 종이인 산성지는 공기 중의 수분과 반응하여 색이 변하고 부스러지기 쉬우나, 한지는 제작 과정에서 염기성 물질을 첨가하므로 한지가 중성을 띠게 되어 보존성이 좋다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 단지 중성을 띠기 때문이라고 서술한 경우	70 %

03 산화 환원 반응

• 본책 37, 39쪽

개념 확인하기

- 01 산소 02 (1) 산화 (2) 환원 (3) 환원 (4) 산화 03 ㉠ 산화 ㉡ 환원 04 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 05 (1) $2\text{CuO} + \text{C} \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ (2) 산화된 물질 : C, 환원된 물질 : CuO (3) 산화제 : CuO, 환원제 : C
- 06 (1) 산소 (2) ㉠ 산소 ㉡ 산화 철 (3) ㉠ 산소(물) ㉡ 물 (산소) 07 (가), (라) 08 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × (5) ○
- 09 (1) CO (2) C (3) Fe_2O_3 10 ㄱ, ㄴ, ㄷ

01 물질이 산소와 결합하는 반응을 산화, 물질이 산소를 잃는 반응을 환원이라고 한다.

04 산화제는 자신은 환원되면서 다른 물질을 산화시키는 물질이고, 환원제는 자신은 산화되면서 다른 물질을 환원시키는 물질이다.

05 CuO는 자신이 환원되면서 C를 산화시키는 산화제이고, C는 자신이 산화되면서 CuO를 환원시키는 환원제이다.

07 못이 물과 산소 모두에 노출된 (가)에서 녹이 가장 많이 슬고, 물과 산소가 모두 차단된 (라)에서 녹이 가장 적게 슬다.

09 철의 제련 과정에서 탄소(C)는 산화되어 일산화 탄소(CO)가 되고, 생성된 일산화 탄소(CO)와 산화 철(III)(Fe_2O_3)이 반응하여 철(Fe)과 이산화 탄소(CO_2)가 생성된다.

10 중화 반응에서는 산화나 환원이 일어나지 않는다.

우공비 특별한비법 탐구

• 본책 40쪽

- 1 (1) 겉불꽃 (2) 산화 (3) 환원 2 산화제 : CuO, 환원제 : C 3 (1) ○ (2) ○ (3) × 4 ㉡ 5 ㉢

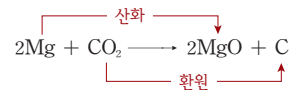
- 1 알짜풀이 (1) 알코올램프의 겉불꽃은 공기와 접촉하고 있어서 속불꽃보다 상대적으로 산소가 풍부하다.
(2) 겉불꽃에는 산소가 풍부하므로 산소와 구리가 결합하는 산화 반응이 일어난다.
(3) 속불꽃에서 산화 구리(II)는 속불꽃 속에 있는 그을음(C)에 산소를 빼앗겨 환원된다. ㉢ (1) 겉불꽃 (2) 산화 (3) 환원

2 알짜풀이 산화 구리(II)는 자신은 환원되면서 탄소를 산화시키는 산화제이고, 탄소는 자신이 산화되면서 산화 구리(II)를 환원시키는 환원제이다. ㉢ 산화제 : CuO, 환원제 : C

- 3 알짜풀이 (1) 물질이 산소와 결합하는 반응은 산화, 산소를 잃는 반응은 환원이다.
(2) 한 물질이 산소를 얻어 산화되면 다른 물질이 산소를 잃으므로 산화 반응과 환원 반응은 동시에 일어난다.
(3) 환원제는 자신이 산화되면서 다른 물질을 환원시키는 물질이다. ㉢ (1) ○ (2) ○ (3) ×

우공비 BOX

4 자료 분석하기



- Mg은 산소와 결합하여 MgO이 된다. (산화)
- CO_2 는 산소를 잃고 C가 된다. (환원)

알짜풀이 Mg은 산소를 얻어 MgO이 되므로 산화되었으며, CO_2 는 산소를 잃어 C가 되었으므로 환원되었다. ㉢ ㉡

5 알짜풀이 ㉢ 이 반응의 화학 반응식은 $2\text{CuO} + \text{C} \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ 이다. 즉, 이산화 탄소 기체가 발생하며, 발생한 이산화 탄소를 석회수에 통과시키면 다음과 같이 반응하여 석회수가 뿌옇게 흐려진다.



- 오답정기 ① 탄소는 이산화 탄소로 산화되면서 산화 구리(II)를 구리로 환원시키는 환원제이다.
② 반응에서 이산화 탄소 기체가 발생한다.
④, ⑤ 산화 구리(II)는 산소를 잃고 환원되어 구리가 되며, 이때 탄소를 이산화 탄소로 산화시킨다. 즉, 산화 구리(II)는 산화제로 작용한다. ㉢ ㉢

중 단 원 별 실력올리기

• 본책 42~45쪽

- 01 ⑤ 02 ④ 03 ③ 04 (가) $2\text{CuO} + \text{C} \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ (나) 산화제 : CuO, 환원제 : C 05 ⑤ 06 ⑤
07 ⑤ 08 ② 09 ㉠ 산화 철 ㉡ 산소(물) ㉢ 물(산소)
10 ④ 11 ③ 12 ④ 13 ① 14 ④ 15 ③ 16 ②, ④ 17 ③ 18 ② 19 ① 20 ② 21 해설 참조
22 해설 참조 23 해설 참조

보충 설명

산화 환원 반응

넓은 의미에서 산화 환원 반응은 전자의 이동으로 정의해요. 물질이 전자를 잃는 반응은 산화, 전자를 얻는 반응은 환원이에요.

구분	산화	환원
산소	얻음	잃음
전자	잃음	얻음

쉽게 쉽게

반응에서 환원되면 산화제, 산화되면 환원제예요.

보충 설명

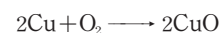
질량 보존 법칙에 의해 반응물과 생성물의 질량이 같으므로, 구리판의 질량은 결합한 산소의 질량만큼 증가하게 돼요.

- 01 알짜풀이 ⑤ 한 물질이 산소를 얻으려면 다른 물질은 산소를 잃어야 하므로 산화와 환원은 항상 동시에 일어난다.
오답정기 ①, ② 산화는 물질이 산소와 결합하는 반응이고, 환원은 물질이 산소를 잃는 반응이다.
③, ④ 환원제는 자신은 산화되면서 다른 물질을 환원시키는 물질이고, 산화제는 자신은 환원되면서 다른 물질을 산화시키는 물질이다. ㉢ ㉤

02 알짜풀이 ㄱ, ㄴ. 물질이 산소와 결합하여 산화된다. ㄷ. 물질이 산소를 잃고 환원된다.

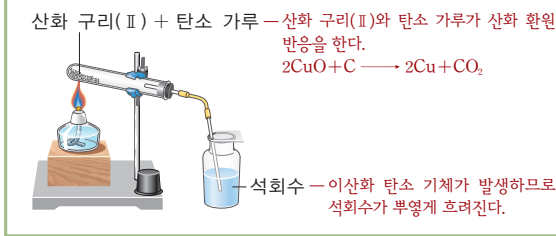
오답정기 ㄷ, ㄹ. 산과 염기의 중화 반응은 산화 환원 반응이 아니다. ㉢ ㉣

03 알짜풀이 ㉢ 구리가 공기 중의 산소와 결합하여 산화되어 산화 구리(II)가 생성된다.



- 오답정기 ① 붉은색의 구리가 검은색의 산화 구리(II)가 된다.
② 생성된 산화 구리(II)는 구리와는 다른 새로운 물질이다.
⑤ 결합한 산소의 질량만큼 구리판의 질량이 증가한다. ㉢ ㉢

04 자료 분석하기



알짜풀이 자신은 환원되면서 탄소를 산화시키는 산화 구리(Ⅱ)는 산화제이고, 자신은 산화되면서 산화 구리(Ⅱ)를 환원시키는 탄소는 환원제이다.

답 (가) $2\text{CuO} + \text{C} \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ (나) 산화제 : CuO, 환원제 : C

05 알짜풀이 ⑤ 발생한 기체는 탄소(C)가 산소와 결합하여 생성된 이산화 탄소(CO_2)이다.

오답نب기 ①, ② 탄소(C)는 이산화 탄소(CO_2)로 산화되고, 산화 구리(Ⅱ)(CuO)는 구리(Cu)로 환원된다.

③ 발생한 이산화 탄소 기체로 인해 석회수가 뿌옇게 변한다.

④ 검은색의 산화 구리(Ⅱ)가 붉은색의 구리로 환원된다. 답 ⑤

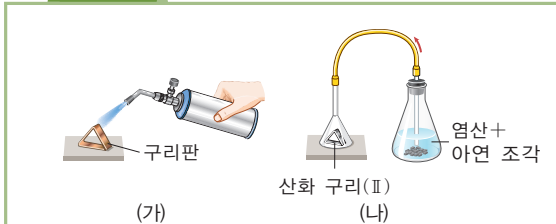
06 알짜풀이 ⑤ 마그네슘은 산소와 결합하여 산화 마그네슘이 되었으므로 질량이 증가한다.

오답نب기 ①, ② 마그네슘은 산소와 결합하여 산화되고, 이산화 탄소는 산소를 잃고 환원된다.

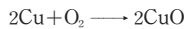
③ 반응 후 생성된 검은색 가루는 탄소(C)이다.

④ 이산화 탄소는 환원되면서 마그네슘을 산화시키므로 산화제이다. 답 ⑤

07 자료 분석하기



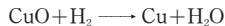
• (가)에서 구리는 공기 중의 산소와 반응하여 산화된다.



• (나)에서 염산과 아연 조각이 반응하여 수소 기체가 발생한다.



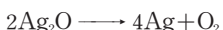
• (가)에서 생성된 산화 구리(Ⅱ)와 (나)에서 발생한 수소 기체가 산화 환원 반응을 한다.



알짜풀이 ⑤ (나)의 삼각 플라스크에서 발생한 수소 기체가 산화 구리(Ⅱ)를 구리로 환원시킨다.

오답نب기 ①, ② (가)에서 구리가 공기 중의 산소와 결합하여 산화된다. 이때 구리판의 질량은 반응한 산소의 질량만큼 증가한다. 답 ⑤

08 알짜풀이 ② 산화 은(I)을 가열하면 산소를 잃고 환원되어 은이 된다.



우공비 BOX

용어알기

조연성

다른 물질이 타는 것을 돕는 성질을 조연성이라고 해요.

쉽게쉽게

산소 또는 물만 공급될 때보다 산소와 물이 모두 공급될 때 산화가 훨씬 많이 일어나요.

필수 자료

철의 산화 방지

- 산소와 물 차단 : 기름칠, 페인트칠, 도금 등
- 희생 금속 이용 : 철보다 산화가 잘 되는 금속을 철에 부착
- 철의 성질 변화 : 합금

보충 설명

자동차의 배기가스에서 배출되는 NO, NO₂ 등은 물에 녹아 질산(HNO₃)을 형성하기 때문에 산성비의 원인이 돼요. 따라서 촉매 변환기를 이용하여 이러한 물질의 배출을 최소화합니다.

오답نب기 ③ 시험관 안에서 생성된 은색 물질은 은(Ag)이다.

⑤ 반응에서 조연성이 있는 산소 기체가 발생하므로 꺼져 가는 향불을 가까이하면 불꽃이 살아난다. 답 ②

09 알짜풀이 철은 산소와 쉽게 결합하여 산화 철이 된다. 철의 산화에 영향을 주는 요인에는 산소와 물이 있다.

답 ① 산화 철 ② 산소(물) ③ 물(산소)

10 알짜풀이 ④ (다)는 철에 물만 접촉하고 산소는 거의 접촉하지 않았으므로 (가)보다 적게 녹이 슨다.

오답نب기 ① (라)는 철에 물과 산소가 거의 접촉하지 않았으므로 녹이 거의 슬지 않는다.

② (가)와 (나)를 비교하면 물의 영향을 알 수 있다.

③ (가)와 (다)를 비교하면 산소의 영향을 알 수 있다.

⑤ 주유소의 기름 탱크에 마그네슘 덩어리를 연결하는 것은 희생 금속을 이용하여 철의 산화를 방지하는 것으로, 실험 결과와 직접적인 관련이 없다. 답 ④

11 알짜풀이 ③ 일산화 탄소는 자신은 산화되면서 산화 철(Ⅲ)을 환원시키는 물질이므로 환원제이다.

오답نب기 ① 코크스는 일산화 탄소를 산화된다.

② 산화 철(Ⅲ)은 일산화 탄소와 반응하여 환원된다.

④ 철을 제련하기 위해서는 용광로에서 높은 온도로 가열해야 한다.

⑤ 배기가스에는 코크스의 산화로 생성된 일산화 탄소와 일산화 탄소가 산화된 이산화 탄소가 포함되어 있다. 답 ③

12 알짜풀이 철의 산화로 녹이 생기는 것을 방지하려면 산소와 물의 접촉을 피해야 한다. 따라서 녹슨 부위를 물로 닦아내는 것은 적절한 방법이 아니다. 답 ④

13 알짜풀이 ① 뷰테인을 구성하는 탄소와 수소가 산소와 빠르게 결합하면서 빛과 열이 발생한다.

오답نب기 ③ 산소는 뷰테인을 산화시키는 산화제이다.

④, ⑤ 연소는 물질이 많은 양의 산소와 한꺼번에 결합하면서 빠르게 산화되는 반응이다. 답 ①

14 알짜풀이 Fe₂O₃은 Fe로 환원되면서 Al을 산화시키는 산화제이고, Al은 Al₂O₃으로 산화되면서 Fe₂O₃을 환원시키는 환원제이다. 답 ④

15 알짜풀이 ③ NO는 환원되었으므로 산화제이다.

오답نب기 ①, ②, ④ NO는 산소를 잃고 N₂로 환원되고, CO는 산소와 결합하여 CO₂로 산화된다.

⑤ NO의 환원과 CO의 산화가 동시에 일어난다. 답 ③

16 알짜풀이 과산화 수소가 물과 산소로 분해되는 산화 환원 반응이다. 과산화 수소는 산소를 잃으므로 환원된다.

답 ②, ④

17 알짜풀이 ㄱ, ㄷ. 음식의 부패, 과일, 갈변은 물질이 산소와 결합하여 일어나는 반응이다.

ㄴ. 적혈구 속의 헤모글로빈이 산소와 결합(산화)한 후 혈액을 통해 조직 세포로 이동하여 산소와 분리(환원)된다.

오답نب기 ㄴ, ㄹ. 중화 반응의 예이다. 답 ③

18 자료 분석하기

- ① 새 못(A)이 녹슨 못(B)이 될 때 \Rightarrow 산소와 결합(산화)
 $\text{Fe} \quad \text{Fe}_2\text{O}_3$
- ② 철광석(A)을 제련하여 순수한 철(B)을 얻을 때
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \quad \text{Fe}$
 \Rightarrow 산소와 분리(환원)
- ③ 용광로에서 코크스(A)가 일산화 탄소(B)가 될 때
 $\text{C} \quad \text{CO}$
 \Rightarrow 산소와 결합(산화)
- ④ 구리(A)를 공기 중에서 가열하여 산화 구리(Ⅱ)(B)가 될 때
 $\text{Cu} \quad \text{CuO}$
 \Rightarrow 산소와 결합(산화)
- ⑤ 마그네슘(A)을 드라이아이스와 반응시켜 산화 마그네슘(B)이 생성될 때 \Rightarrow 산소와 결합(산화)
 $\text{Mg} \quad \text{MgO}$

오답노트 물질이 산화되면 산소와 결합하므로 결합한 산소의 질량만큼 질량이 증가하고, 산화물이 환원되면 산소를 잃게 되므로 질량이 감소한다. **답 ②**

19 알짜풀이 O_2 , Fe_2O_3 은 산화제로 작용하고, H_2 는 환원제로 작용한다. HNO_3 과 KOH 의 중화 반응은 산화 환원 반응이 아니므로 산화되거나 환원되는 물질이 없다. **답 ①**

20 알짜풀이 ② 광합성에서 이산화 탄소는 산소를 방출하며 환원된다.

오답노트 ① 광합성에서 포도당과 함께 생성되는 물질은 산소(O_2)이다.

③ 산소는 포도당을 산화시키는 산화제이다.

④ 호흡 과정에서 포도당은 산소와 반응하여 산화된다. **답 ②**

21 알짜풀이 이산화 탄소 소화기는 공기보다 무겁고 잘 타지 않는 기체인 이산화 탄소로 산소를 차단하여 불을 끄는 소화기이다. 그러나 마그네슘과 같은 금속에 불이 붙었을 때 이산화 탄소 소화기를 사용하면, 이산화 탄소가 오히려 산화제로 작용하여 금속이 산소와 결합하면서 더 잘 타게 된다.

모범답안 마그네슘과 같은 금속에 불이 붙었을 때 이산화 탄소 소화기를 사용하면, 이산화 탄소의 산소와 금속이 결합하면서 불이 꺼지지 않고 더 잘 타기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 이산화 탄소가 연소를 돕기 때문이라고만 설명한 경우	50 %

22 모범답안 (가) 산소와 물의 접촉을 차단한다.

(나) 철보다 산화가 잘 되는 금속을 부착하여 대신 산화되도록 한다.

채점 기준	배점
① 두 가지 모두 바르게 설명한 경우	100 %
② 한 가지만 바르게 설명한 경우	50 %

23 알짜풀이 철의 산화와 양초의 연소는 둘 다 산소와 반응하는 산화 반응이다. 그러나 철의 산화가 비교적 느리게 진행되는 반면, 연소는 물질이 많은 양의 산소와 한꺼번에 반응하여 빠르게 진행된다.

우공비 BOX

용어알기

산화물

산소와 다른 원소의 화합물을 산화물이라고 해요.

필수 자료

산의 공통성

- 실험
- 전류를 통한
- 금속과 반응
- 탄산 칼슘과 반응

보충 설명

산, 염기와 모두 반응하는 금속에는 아연(Zn), 알루미늄(Al), 주석(Sn), 납(Pb) 등이 있어요.

쉽게 쉽게

일반적으로 빠르게 일어나는 산화 반응에서는 열과 빛이 발생해요.

모범답안 공통점 : 두 현상 모두 산화 반응이다.

차이점 : (가)는 서서히 진행되는 산화 반응이고, (나)는 빠르게 진행되는 산화 반응이다.

채점 기준	배점
① 공통점과 차이점을 모두 바르게 설명한 경우	100 %
② 한 가지만 바르게 설명한 경우	50 %

대 단 원 별

단원정리하기

• 본책 46~47쪽

- ① 신 ② 노란색 ③ 수소 이온(H^+) ④ 붉은색 ⑤ 단백질 ⑥ 수산화 이온(OH^-) ⑦ 붉은색 ⑧ 노란색 ⑨ 파란색 ⑩ 붉은색 ⑪ 중화점 ⑫ 높 ⑬ 산화 ⑭ 환원 ⑮ 잘 ⑯ 제련 ⑰ 환원 ⑱ 산화

단원평가하기

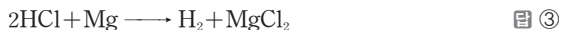
• 본책 48~51쪽

- 01 ③ 02 ④ 03 ③ 04 ② 05 ⑤ 06 ③
 07 ⑤ 08 ③ 09 ① 10 ③ 11 ⑤ 12 ③ 13 ②
 14 ① 15 ①, ⑤ 16 ① 17 ③ 18 ④ 19 해설
 참조 20 해설 참조 21 C 22 C 23 A, B 24 해설
 참조 25 해설 참조 26 해설 참조 27 해설 참조

01 알짜풀이 ③ 단백질을 녹이는 성질이 있어 손으로 만지면 미끈거리는 것은 염기의 성질이다.

오답노트 ② 산 수용액에는 이온이 포함되어 있으므로 전류가 흐른다.

⑤ 산은 금속과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다. 예를 들어 묽은 염산과 마그네슘은 다음과 같이 반응한다.



02 자료 분석하기

주어진 물질은 물에 녹으면 다음과 같이 이온화한다.

- $\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
- $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
- $\text{KOH} \longrightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$

알짜풀이 네 가지 물질은 모두 염기로, 모두 물에 녹아 OH^- 를 내놓는다. 즉, 염기의 공통성은 OH^- 에 의해 나타난다. **답 ④**

03 알짜풀이 ③ 대부분의 금속은 염기와 반응하지 않으나 아연(Zn), 알루미늄(Al)은 산과 염기에 모두 반응한다.

오답노트 ① 산성인 레몬즙은 pH가 7보다 작다.

④ 대부분의 금속은 산과 반응하여 수소 기체를 발생시키지만, 금(Au), 은(Ag) 등은 산과 반응하지 않는다.

⑤ 강산이 약산보다 수용액에서 이온화하는 정도가 크므로 전류가 잘 흐른다. **답 ③**

04 알짜풀이 진한 황산(H_2SO_4)은 수분을 흡수하는 성질이 있어 건조제로 쓰이고, 설탕에 넣으면 탈수 작용을 하여 설탕에서 물 성분이 빠져나가고 탄소만 남는다. **답 ②**

05 알짜풀이 ⑤ 수산화 나트륨 수용액의 음이온인 수산화이온(OH^-)에 의해 붉은색 리트머스 종이의 색깔이 푸르게 변한다.

오답نب기 ① 전류를 흘려 주면 OH^- 이 (+)극 쪽으로 이동하므로 리트머스 종이가 (+)극 쪽으로 푸르게 변한다.

② 질산 칼륨은 물에 녹아 이온화하므로 전류가 잘 흐르도록 돕는다. 질산 칼륨 외에도 황산 나트륨 등을 사용할 수 있다.

③ 전류의 방향을 바꾸면 반대 방향으로 리트머스 종이의 색깔이 변한다.

④ 수산화 칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$)도 수용액에서 OH^- 이 존재하므로 같은 결과가 나타난다. **답 ⑤**

06 알짜풀이 (가)는 산 수용액, (나)는 염기 수용액의 모형이고, 각 수용액에서 양이온과 음이온의 수는 같다.

③ 염기는 탄산 칼슘과 반응하지 않는다.

오답نب기 ① 산은 금속과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.

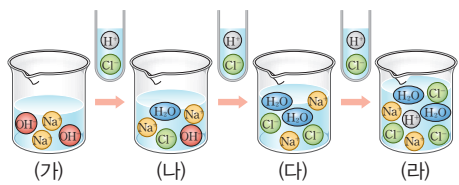
② 염기는 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시킨다.

④ HCl 이 물에 녹으면 H^+ 과 Cl^- 으로 이온화하며, 양이온과 음이온의 수는 같다.

⑤ NaOH 이 물에 녹으면 Na^+ 과 OH^- 으로 이온화하며, 양이온과 음이온의 수는 같다. **답 ③**

07 알짜풀이 중화 반응에서 H^+ 과 OH^- 은 1 : 1의 개수비로 반응하므로, 산과 염기를 섞어 중성 용액을 만들려면 산의 수소 이온 수와 염기의 수산화 이온 수가 같도록 농도와 부피를 조절해야 한다. **답 ⑤**

08 자료 분석하기



- (가) : 중화 반응 전 NaOH 수용액이다. \Rightarrow 염기성
- (나) : H^+ 1개와 OH^- 1개가 반응하여 H_2O 분자 1개가 생성되고, OH^- 1개가 남는다. \Rightarrow 염기성
- (다) : H^+ 과 OH^- 이 모두 반응하여 중화가 완결된다. \Rightarrow 중성(중화점)
- (라) : 중화가 완결된 용액에 묽은 염산을 첨가한 용액이다. \Rightarrow 산성

알짜풀이 ③ 용액 (다)는 H^+ 과 OH^- 이 모두 반응하여 중화가 완결된 용액으로 중성이다.

오답نب기 ① 용액 (가)는 염기성이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색을 나타낸다.

② 중화 반응이 완결된 (다)에서 중화열이 가장 많이 발생하여 용액의 최고 온도가 가장 높다.

⑤ 용액 (라)는 산성이므로 묽은 염산을 더 넣어도 중화 반응이 일어나지 않는다. **답 ③**

우공비 BOX

보충 설명

구경꾼 이온

반응에 직접 참여하지 않는 이온을 구경꾼 이온이라고 해요. 중화 반응에서는 일반적으로 산의 음이온과 염기의 양이온이 구경꾼 이온이 돼요.

보충 설명

이온은 전하를 띠고 있으므로 이온이 들어 있는 수용액에 전류를 흘려 주면 이온이 반대 전하를 띠는 전극 쪽으로 이동해요. 이 실험에서는 리트머스 종이의 색 변화를 통해 OH^- 의 이동을 관찰할 수 있어요.

쉽게 쉽게

그래프에서 온도가 가장 높은 지점이 중화점이에요.

용어알기

폼산(HCOOH)

무색의 자극적인 냄새가 있는 액체로, 피부에 묻으면 물집이 생겨요. 개미에서 추출해서 처음으로 얻었기 때문에 개미산이라고도 해요.

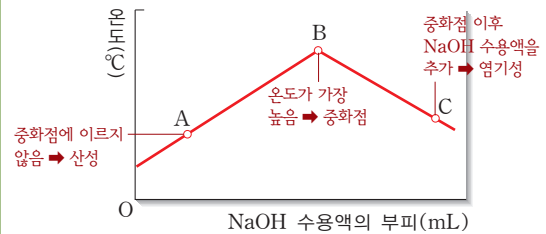
09 알짜풀이 ㄱ. H^+ 과 OH^- 의 수가 같으므로 혼합 용액의 액성은 중성이다.

오답نب기 ㄴ. 알짜 이온 반응식은 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 이다. Na^+ 과 Cl^- 은 반응에 참여하지 않는다.

ㄷ. 혼합 용액은 중성이므로 탄산 칼슘 조각과 반응하지 않는다. **답 ①**

10 알짜풀이 중화 반응에서 H^+ 과 OH^- 은 1 : 1의 개수비로 반응하며, 이때 반응하는 H^+ 과 OH^- 의 양이 많을수록 중화열이 많이 발생한다. 따라서 반응하는 산과 염기의 양이 가장 많은 C에서 혼합 용액의 최고 온도가 가장 높다. **답 ③**

11 자료 분석하기



알짜풀이 ⑤ C점에서 용액의 액성은 염기성이므로 마그네슘 조각과 반응하지 않는다.

오답نب기 ①, ② A점의 혼합 용액은 중화점에 이르기 전의 상태로 산성이다.

③ B점은 중화점으로 H^+ 과 OH^- 의 개수비가 1 : 1이 되어 혼합 용액의 액성이 중성이 된다.

④ A점, B점에 존재하는 음이온은 묽은 염산의 Cl^- 이다. Cl^- 은 반응에 참여하지 않으므로 그 수가 일정하다. **답 ⑤**

12 알짜풀이 ㄱ. 염기성 성분인 생선의 비린내를 산성인 레몬즙으로 중화시켜 없앤다.

ㄴ. 개미의 침에 들어 있는 폼산(개미산)을 암모니아수로 중화시킨다.

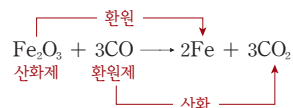
오답نب기 ㄷ. 표백 작용은 산화 환원 반응의 예이다. **답 ③**

13 알짜풀이 ② 산화제는 자신은 환원되면서 다른 물질을 산화시키는 물질이다.

오답نب기 ① 한 물질이 산소를 얻으면 다른 물질은 산소를 잃으므로 산화와 환원은 동시에 일어난다.

④, ⑤ 연소는 물질이 산소와 한꺼번에 결합하면서 빠르게 일어나는 산화 반응이고, 철의 산화는 물질이 산소와 서서히 결합하면서 느리게 일어나는 산화 반응이다. **답 ②**

14 자료 분석하기



알짜풀이 Fe_2O_3 은 산소를 잃고 Fe로 환원되면서 CO를 산화시키므로 산화제이고, CO는 CO_2 로 산화되면서 Fe_2O_3 을 환원시키므로 환원제이다. **답 ①**

15 알짜풀이 ①, ⑤ 실험에서 $2\text{CuO} + \text{C} \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ 의 반응이 일어난다. 이때 발생한 CO_2 에 의해 석회수가 뿌엿게 흐려진다.

오답نب기 ②, ④ 탄소는 산화되었으므로 환원제로 작용하고, 산화 구리(II)는 환원되었으므로 산화제로 작용한다.

③ 산화 구리(II)는 산소를 잃고, 탄소가 산소와 결합한다.

답 ①, ⑤

16 알짜풀이 ㄱ. 산화 구리(II)를 속불꽃에서 가열하면 속불꽃의 탄소와 반응하여 붉은색 구리로 환원된다.



오답نب기 ㄴ. 산화 구리(II)는 환원된다.

ㄷ. 속불꽃에는 산소가 충분히 공급되지 않아 불완전 연소가 일어나고 그을음(탄소)이 생긴다.

ㄹ. 산화 구리(II)는 산소를 잃고 환원되므로 질량이 감소한다.

답 ①

17 알짜풀이 ③ 철이 산화될 때 공기 중의 산소와 결합하므로 결합한 산소의 질량만큼 질량이 증가한다.

오답نب기 ① 철이 산화되면 광택을 잃고 붉은색으로 변한다.

② 철이 산화되면 열이 발생한다.

④ 철이 산화되어 생성된 녹(산화 철(III))은 전기 전도성이 없다.

⑤ 철의 산화에 산소와 물이 영향을 주며, 철이 산소와 물에 모두 노출된 환경에서 가장 쉽게 녹는다.

답 ③

18 알짜풀이 자전거가 녹스는 현상, 식물의 광합성은 모두 산화 환원 반응의 예이다.

④ 산성화된 토양에 석회 가루를 뿌리는 것은 중화 반응을 이용한 예이다.

오답نب기 ① 불꽃놀이를 할 때는 불꽃색을 나타내는 금속이 포함된 화약을 폭발, 연소시킨다.

② 철광석에 포함된 산화 철을 환원시켜 순수한 철을 얻는다.

③ 바나나가 산소에 노출되어 검게 변한다.

⑤ 철이 산화되면서 발생하는 열을 이용한 것이다.

답 ④

19 모범답안 염기성 물질은 머리카락 등의 단백질을 녹이는 성질이 있기 때문에 하수구의 세정제로 이용된다. 산성 물질은 배관으로 쓰이는 철을 녹일 수 있기 때문에 잘 쓰지 않는다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	5점
② 염기성 물질이 단백질을 녹인다는 것만 설명한 경우	3점

20 알짜풀이 신맛은 산이 가진 공통적인 특징이다. 산이 공통성을 가지는 이유는 모두 수소 이온(H^+)을 가지고 있기 때문이다.

모범답안 수소 이온(H^+), 모든 과즙에서 전류가 흐른다. 등

채점 기준	배점
① 이온을 쓰고 공통점을 바르게 설명한 경우	5점
② 공통점만 바르게 설명한 경우	3점
③ 이온만 맞게 쓴 경우	1점

우공비 BOX

쉽게 쉽게

중화점에서 온도가 가장 높고, 물 분자가 가장 많이 생성돼요.

필수 자료

철이 산화될 때 일어나는 변화

- 붉게 변색
- 열 발생
- 전기 전도성 없음
- 강도 약화

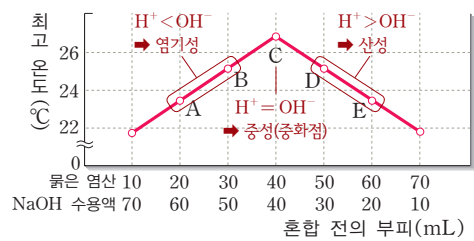
보충 설명

치약에는 탄산 칼슘, 탄산 마그네슘 등 약한 염기성을 나타내는 물질이 들어 있어요.

보충 설명

산(acid)이라는 명칭은 시다는 뜻의 라틴어 'acidus'에서 유래했어요.

21 자료 분석하기



알짜풀이 온도가 가장 높은 C에서 H^+ 과 OH^- 이 모두 반응하여 중화점에 도달하므로 혼합 용액의 액성이 중성이다. 답 C

22 알짜풀이 온도가 가장 높은 C에서 H^+ 과 OH^- 이 가장 많이 반응하였으므로 물 분자가 가장 많이 생성된다. 답 C

23 알짜풀이 A와 B는 OH^- 의 수가 H^+ 의 수보다 많으므로 반응하지 않고 남은 OH^- 가 존재하여 염기성을 띤다. 답 A, B

24 알짜풀이 꿀벌의 침에는 폼산(개미산)이 있기 때문에 몸 속에 들어가면 고통을 느낀다. 산성의 폼산을 염기성 물질을 써서 중화시키면 통증을 줄일 수 있다.

모범답안 치약, 치약은 염기성 성분을 포함하고 있으므로 꿀벌에 쏘인 부위에 치약을 바르면 중화 반응에 의해 폼산을 중화하여 통증을 줄일 수 있다.

채점 기준	배점
① 물질을 고르고 이유를 바르게 설명한 경우	6점
② 이유만 바르게 설명한 경우	3점
③ 물질만 맞게 고른 경우	2점

25 모범답안 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$, 마그네슘이 이산화 탄소의 산소와 결합하여 산화되기 때문이다.

채점 기준	배점
① 화학 반응식과 불이 계속 타는 이유를 모두 바르게 설명한 경우	6점
② 한 가지만 바르게 설명한 경우	3점

26 모범답안 철보다 산화가 잘 되는 금속을 철에 연결하여 철 대신 산화되도록 한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	5점
② 자세한 원리 설명 없이 희생 금속을 이용한다고만 설명한 경우	2점

27 모범답안 오래된 음식물이 상하는 것은 산화 반응이므로 산소 흡수제를 넣거나 진공 포장을 하여 산소의 공급을 차단하면 음식물이 상하는 것을 늦출 수 있다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	5점
② 산화에 대한 언급 없이 산소를 차단한다고만 설명한 경우	2점

Ⅶ. 유전과 진화

04 유전의 기본 원리

• 본책 55, 57, 59쪽

개념 확인하기

01 형질 **02** 대립 형질 **03** (1) - (2) - (3) - (4) - (5) **04** (1) YY (2) Yy (3) yy **05** (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × (5) ○ (6) ○ **06** ① 주름지다 ② 황색 ③ 흰색 ④ 초록색 **07** (1) ○ (2) ○ (3) ×

08 ① 우성 ② 열성 **09** (1) 둥근 형질 (2) Rr (3) ① ○ ② × ③ ○ **10** 분리 법칙 **11** (1) Y, y (2) 황색 완두 : 초록색 완두 = 3 : 1 (3) YY : Yy : yy = 1 : 2 : 1 **12** 둥근 완두 : 주름진 완두 = 3 : 1

13 (1) × (2) ○ (3) × **14** (1) RrYy (2) (가) : RY, (나) : ry (3) A : RRyy, B : RrYy, C : rrYY, D : RrYy (4) 둥근 완두 : 주름진 완두 = 3 : 1 (5) 황색 완두 : 초록색 완두 = 3 : 1 (6) 60개 **15** 중간 유전 **16** (1) RW (2) 붉은색 : 분홍색 : 흰색 = 1 : 2 : 1 (3) RR : RW : WW = 1 : 2 : 1

01 크기, 모양, 성질 등과 같이 생물이 가지는 특성 하나하나를 형질이라고 하며, 하나의 특성에 대해 뚜렷하게 대비되는 형질을 대립 형질이라고 한다.

04 순종은 한 형질을 나타내는 유전자의 구성이 같은 개체이므로, 순종의 황색 완두의 유전자형은 YY, 순종의 초록색 완두의 유전자형은 yy이다. 잡종은 한 형질을 나타내는 유전자의 구성이 다른 개체이므로, 잡종의 황색 완두의 유전자형은 Yy이다.

07 (1) 생물은 형질을 결정하는 한 쌍의 유전 인자가 있으며, 이 유전 인자는 부모에게서 하나씩 받은 것이다.
(2) 한 쌍의 유전 인자는 생식세포가 만들어질 때 분리되어 각각 다른 생식세포로 들어가고, 자손에게 전달되어 다시 쌍을 이룬다.
(3) 특정한 형질에 대한 한 쌍의 유전 인자가 서로 다른 경우 하나의 유전 인자만 형질로 표현되고, 다른 인자는 표현되지 않는다.

09 대립 형질을 가진 순종의 개체끼리 교배하였을 때 잡종 1대에서 나타나는 형질이 우성, 나타나지 않는 형질이 열성이다. 따라서 둥근 형질이 주름진 형질에 대해 우성이다. (가)는 RR, (나)는 rr, (다)는 Rr의 유전자형을 갖는다. (가)를 자가 수분하면 $RR \times RR \rightarrow RR$ 이므로, 자손에서 둥근 완두만 나타난다.

12 순종의 둥근 완두와 순종의 주름진 완두를 교배하면 잡종 1대에서 둥근 완두(Rr)만 나타난다. 잡종 1대의 둥근 완두를 자가 수분하면 잡종 2대에서 둥근 완두 : 주름진 완두가 3 : 1의 비율로 나타난다. 따라서 100개의 잡종 2대 중 둥근 완두는 $100 \times \frac{3}{4} = 75(\text{개})$, 주름진 완두는 $100 \times \frac{1}{4} = 25(\text{개})$ 이다.

우공비 BOX

쉽게쉽게

잡종 1대의 생식세포가 수정되면 잡종 2대에서는 유전자형이 YY : Yy : yy = 1 : 2 : 1의 비율로 나타나요. 이 중 유전자형이 YY와 Yy인 것은 황색 완두, yy인 것은 초록색 완두랍니다.

보충 설명

형질
형질은 유전자에 의해 부모에서 자손으로 전달되는데, 유전자는 생식세포의 핵 속에 있는 염색체를 통해 다음 세대로 전달돼요.

용어알기

교배
생물의 암수를 인위적으로 수정 또는 수분시켜 다음 세대를 얻는 것을 교배라고 해요.

13 두 쌍의 대립 형질이 동시에 유전될 때 각각의 형질은 서로 영향을 주지 않고 독립적으로 유전된다. 이를 독립 법칙이라고 하며, 독립 법칙은 두 쌍의 대립 유전자가 서로 다른 상동 염색체에 있을 때에만 성립된다.

우공비 특별한비법 자료 분석

• 본책 60~61쪽

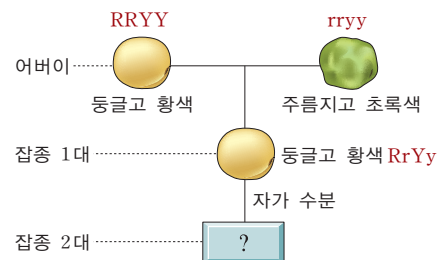
01 표현형 : 황색, 유전자형 : Yy **02** ② **03** 분리 법칙 **04** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) ○ (6) ○

01 알파플이 대립 형질을 가진 순종의 개체끼리 교배하였을 때 잡종 1대에서는 우성 형질만 나타난다. 완두 씨의 색깔 유전에서 황색이 초록색에 대해 우성이므로, 잡종 1대는 모두 황색 완두(Yy)이다. **표현형 : 황색, 유전자형 : Yy**

02 알파플이 $Yy \times Yy \rightarrow YY, Yy, Yy, yy$ 이므로 잡종 2대에서는 황색 완두와 초록색 완두가 3 : 1의 비율로 나타난다. **②**

03 알파플이 잡종 2대에서 우성 형질 : 열성 형질이 3 : 1의 비율로 나타난 것은 잡종 1대의 생식세포 생성 시 대립 유전자 Y와 y가 분리되었다가 자가 수분에 의해 다시 쌍을 이루기 때문이다. 이와 같이 생식세포를 만들 때 한 쌍의 대립 유전자가 분리되어 각각 다른 생식세포로 들어가는 현상을 분리 법칙이라고 한다. **분리 법칙**

04 자료 분석하기



- 어버이의 생식세포 → RY, ry
- 잡종 1대의 생식세포 → RY : Ry : rY : ry = 1 : 1 : 1 : 1
- 잡종 2대의 유전자형과 표현형

생식 세포	RY	Ry	rY	ry
RY 둥글고 황색	RRYY 둥글고 황색	RRYy 둥글고 황색	RrYY 둥글고 황색	RrYy 둥글고 황색
Ry 둥글고 황색	RRYy 둥글고 황색	RRyy 둥글고 초록색	RrYy 둥글고 황색	Rryy 둥글고 초록색
rY 둥글고 황색	RrYY 둥글고 황색	RrYy 둥글고 황색	rrYY 주름지고 황색	rrYy 주름지고 황색
ry 둥글고 황색	RrYy 둥글고 황색	Rryy 둥글고 초록색	rrYy 주름지고 황색	rryy 주름지고 초록색

- 잡종 2대의 표현형의 분리비 → 둥글고 황색 : 둥글고 초록색 : 주름지고 황색 : 주름지고 초록색 = 9 : 3 : 3 : 1

알짜풀이 (1) 잡종 1대의 표현형은 둥글고 황색이고, 유전자형은 RrYy이다.

(2), (3) 잡종 1대에서 둥글고 황색인 완두만 나오므로, 둥근 형질이 주름진 형질에 대해, 황색 형질이 초록색 형질에 대해 우성임을 알 수 있다.

(4) 잡종 2대에서 둥글고 황색인 완두의 유전자형은 RRYy, RRYy, RrYY, RrYY, RrYy, RrYy 4가지이다.

(5), (6) 잡종 2대에서 둥근 완두 : 주름진 완두 = 3 : 1, 황색 완두 : 초록색 완두 = 3 : 1이므로, 완두 씨의 모양과 색깔이 동시에 유전될 때 각각의 형질은 서로 영향을 주지 않고 독립적으로 유전됨을 알 수 있다.

답 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) ○ (6) ○

중 단 원 별 실력올리기

• 본책 62~65쪽

01 ⑤ 02 ②, ③ 03 ① 04 ④ 05 ③ 06 ⑤
07 ⑤ 08 300개 09 ③ 10 ③ 11 순종 : C, 잡
종 : A, B 12 ③ 13 ④ 14 ②, ⑤ 15 180개 16 ①
17 ⑤ 18 ② 19 ⑤ 20 ⑤ 21 해설 참조 22 해설
참조 23 해설 참조

01 알짜풀이 대립 형질을 가진 순종의 개체끼리 교배하였을 때 잡종 1대에서 나타나는 형질이 우성, 나타나지 않는 형질이 열성이다. 답 ⑤

02 알짜풀이 ②, ③ 완두는 자손의 수가 많고 대립 형질이 뚜렷하여 유전 연구의 재료로 적합하다.

오답정기 ① 완두는 한 세대가 짧아 단시간 내에 여러 세대를 관찰할 수 있다.

④, ⑤ 완두는 구하기 쉽고 재배하기 쉽다. 또 자가 수분이 잘 되어 연구자의 의도대로 교배 실험을 할 수 있다. 답 ②, ③

03 알짜풀이 멘델이 가정한 유전 인자는 오늘날 유전자이며 염색체에 있다는 것이 밝혀졌다. 답 ①

04 알짜풀이 완두의 대립 형질은 다음 표와 같다.

구분	씨 모양	씨 색깔	꽃 색깔	콩팍지 색깔	줄기의 키
우성	둥글다	황색	보라색	초록색	크다
열성	주름지다	초록색	흰색	황색	작다

답 ④

05 알짜풀이 (가)는 RR, (나)는 rr이다. (다)는 Rr이므로 잡종이다. 대립 형질을 가진 순종의 개체끼리 교배하였을 때 잡종 1대에서는 우성 형질만 나타나므로, 둥근 형질이 주름진 형질에 대해 우성이다. 답 ③

06 알짜풀이 한 형질을 결정하는 한 쌍의 유전자는 상동 염색체의 같은 위치에 있다. 답 ⑤

07 알짜풀이 ⑤ 잡종 1대의 둥근 완두(Rr)를 자가 수분하면, Rr × Rr → RR, Rr, Rr, rr이다. 따라서 잡종 2대에서 나타날 수 있는 완두의 유전자형은 RR, Rr, rr 3가지이다.

우공비 BOX

쉽게쉽게

잡종 2대의 씨 모양에 대한 표현형의 분리비가 씨 모양만 유전될 때와 같이 우성 형질 : 열성 형질이 3 : 1로 나타나므로, 씨 모양과 씨 색깔은 서로 독립적으로 유전됨을 알 수 있어요.

보충 설명

서턴은 멘델이 가정한 유전 인자가 염색체 위에 있다는 것을 발견했어요. 이후 모건이 유전자가 염색체의 일정한 위치에 있다는 것을 알아냄으로써, 유전 인자는 곧 유전자라는 것이 밝혀졌지요.

필수 자료

검정 교배

표현형은 우성이지만 유전자형을 모르는 개체를, 열성 순종의 개체와 교배하여 유전자형이 순종인지 잡종인지 알아보는 방법을 검정 교배라고 해요. 우성 개체가 순종인 경우에는 자손에서 모두 우성 형질만 나타나고, 우성 개체가 잡종인 경우에는 자손에서 우성과 열성 형질이 1 : 1의 비율로 나타나요.

오답정기 ① 잡종 1대의 둥근 완두의 유전자형은 Rr이다.

② 잡종 1대에서는 유전자 R를 가진 생식세포와 유전자 r를 가진 생식세포가 만들어진다.

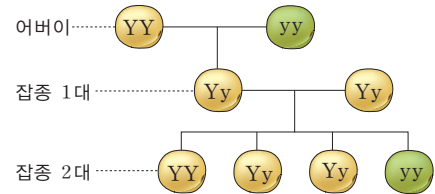
③ 열성 형질을 가진 개체는 유전자형이 열성 순종이다. 따라서 잡종 2대의 주름진 완두(rr)는 모두 순종이다.

④ 잡종 2대에서 유전자형이 RR과 Rr인 완두는 모양이 둥글고, rr인 완두는 모양이 주름지므로, 둥근 완두 : 주름진 완두는 3 : 1의 비율로 나타난다. 답 ⑤

08 알짜풀이 잡종 1대의 둥근 완두를 자가 수분하여 얻은 잡종 2대에서 둥근 완두 : 주름진 완두는 3 : 1의 비율로 나타난다. 따라서 총 400개의 잡종 2대 중 둥근 완두의 개수는 $400 \times \frac{3}{4} = 300(\text{개})$ 이다. 답 300개

09 알짜풀이 잡종 1대의 유전자형은 Rr이다. 잡종 2대의 유전자형의 분리비는 RR : Rr : rr = 1 : 2 : 1이므로, 잡종 2대에서 잡종 1대와 유전자형이 같은 완두(Rr)가 나올 확률은 $\frac{2}{4} \times 100 = 50(\%)$ 이다. 답 ③

10 자료 분석하기



- 어버이는 모두 순종이다.
- 잡종 1대에서 나타난 형질인 황색이, 나타나지 않는 형질인 초록색에 대해 우성이다.
- 잡종 2대의 분리비
[유전자형] YY : Yy : yy = 1 : 2 : 1
[표현형] 황색 : 초록색 = 3 : 1

알짜풀이 ③ 여러 대립 형질이 동시에 유전될 때 각 형질은 서로 영향을 주지 않고 독립적으로 유전된다는 것은 독립 법칙인데, 이 실험에서는 완두 씨의 색깔 형질 하나만 유전되므로 독립 법칙은 확인할 수 없다.

오답정기 ① 황색을 띠게 하는 유전자 Y가 우성, 초록색을 띠게 하는 유전자 y가 열성이다.

② 한 형질은 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정된다.

⑤ 생식세포가 만들어질 때 대립 유전자가 분리되어 각각 다른 생식세포로 들어가므로, 잡종 2대에서 잡종 1대에는 없던 형질인 초록색 완두가 나타난다. 답 ③

11 지문 분석하기

- 황색 완두(A)를 자가 수분하여 황색 완두 30개, 초록색 완두 10개를 얻었다. Yy × Yy → YY, Yy, Yy, yy → 황색 : 초록색 = 3 : 1
- 황색 완두(B)와 초록색 완두를 교배하여 황색 완두 20개, 초록색 완두 20개를 얻었다. Yy × yy → Yy, yy → 황색 : 초록색 = 1 : 1
- 황색 완두(C)와 초록색 완두를 교배하여 황색 완두만 40개 얻었다. YY × yy → Yy → 모두 황색
→ A와 B는 잡종, C는 순종이다.

알짜풀이 황색 완두(A)를 자가 수분하였을 때 자손에서 황색 : 초록색 = 3 : 1의 비율로 나타나려면, 황색 완두(A)는 잡종이어야 한다. 황색 완두(B)를 열성 순종인 초록색 완두와 교배했을 때 자손에서 황색 : 초록색 = 1 : 1로 나타났으므로, 황색 완두(B)는 잡종이다. 황색 완두(C)를 열성 순종인 초록색 완두와 교배했을 때 자손에서 황색 완두만 나타났으므로, 황색 완두(C)는 순종이다. **답** 순종 : C, 잡종 : A, B

12 알짜풀이 잡종 1대의 유전자형은 RrYy이며, 잡종 1대에서 생성되는 생식세포의 비율은 RY : RrYy : rY : ry = 1 : 1 : 1 : 1이다. **답** ③

13 알짜풀이 ㄱ, ㄴ, 순종의 등글고 황색인 완두(RRYY)와 순종의 주름지고 초록색인 완두(rryy)를 교배하여 얻은 잡종 1대의 유전자형은 모두 RrYy이고, 표현형은 모두 등글고 황색이다.

오답해설 ㄷ, 잡종 1대에서 우성 형질을 가진 등글고 황색인 완두만 나타난 것을 통해 생식세포 생성 과정에서 한 쌍의 대립 유전자가 분리되는지는 알 수 없다. **답** ④

14 알짜풀이 ②, ⑤ 완두 씨의 모양과 색깔은 동시에 유전되더라도 서로 영향을 주지 않고 독립적으로 유전되므로, 잡종 2대에서 등글고 황색 : 등글고 초록색 : 주름지고 황색 : 주름지고 초록색 = 9 : 3 : 3 : 1의 비율로 나타난다.

오답해설 ① 대립 형질을 가진 순종의 개체끼리 교배하였을 때 잡종 1대에서 우성 형질만 나타나므로, 잡종 1대에서 나타난 등근 형질이 우성, 나타나지 않은 주름진 형질이 열성이다. ③ 잡종 2대에서 유전자형이 RRYY, RrYY, RrYY, RrYY인 완두가 등글고 황색이다.

④ 잡종 2대에서 황색 완두 : 초록색 완두는 12 : 4, 즉 3 : 1의 비율로 나타난다. **답** ②, ⑤

15 알짜풀이 잡종 2대에서 등글고 황색 : 등글고 초록색 : 주름지고 황색 : 주름지고 초록색 = 9 : 3 : 3 : 1의 비율로 나타나므로, 총 320개의 잡종 2대 중 등글고 황색인 완두의 개수는 $320 \times \frac{9}{16} = 180(\text{개})$ 이다. **답** 180개

16 알짜풀이 중간 유전은 대립 유전자 사이의 우열 관계가 명확하지 않아 나타나는 유전 현상으로, 멘델의 가설 중 우열 관계에 대한 설명에는 맞지 않지만, 분리 법칙은 따른다. **답** ①

17 알짜풀이 붉은색 유전자와 흰색 유전자의 우열 관계가 명확하지 않아 순종의 붉은색 분꽃과 흰색 분꽃을 교배하였을 때 잡종 1대에서 아버지의 중간 형질인 분홍색 분꽃이 나타난다. **답** ⑤

18 알짜풀이 잡종 2대에서 붉은색 분꽃 : 분홍색 분꽃 : 흰색 분꽃 = 1 : 2 : 1의 비율로 나타나므로, 총 400개의 잡종 2대 중 붉은색 분꽃의 개수는 $400 \times \frac{1}{4} = 100(\text{개})$ 이다. **답** ②

19 알짜풀이 [실험 1]은 잡종 1대에서 등근 완두만 나타났으므로, 아버지의 등근 완두는 순종(RR)이다. [실험 2]는 잡종 1대에서 등근 완두와 주름진 완두가 1 : 1의 비율로 나타났으므로, 아버지의 등근 완두는 잡종(Rr)이다.

우공비 BOX

보충 설명

잡종 1대의 유전자형

(나) \ (가)	RY
RY	RRYY
Ry	RRYy
rY	RrYY
ry	RrYy

보충 설명

완두 씨의 모양을 결정하는 유전자와 완두 씨의 색깔을 결정하는 유전자는 서로 다른 염색체에 존재하므로, 생식세포가 만들어질 때 각각 독립적으로 분리되어 다른 생식세포로 들어가요.

쉽게 쉽게

320개의 잡종 2대 중 등글고 황색인 완두가 몇 개인지 구하기 위해서는 320개에 등글고 황색인 완두가 나올 확률인 $\frac{9}{16}$ 를 곱해 주면 돼요.

⑤ [실험 2]의 아버지가 중 등근 완두는 잡종이므로, 자가 수분하면 자손에서 RR : Rr : rr = 1 : 2 : 1의 비율로 나타나고, 등근 완두(RR, Rr) : 주름진 완두(rr) = 3 : 1의 비율로 나타난다.

오답해설 ② 두 실험 모두 등근 완두를 열성 순종인 주름진 완두(rr)와 교배하였으므로, 잡종 1대의 등근 완두는 반드시 유전자 r를 가지게 되어 유전자형이 잡종(Rr)이다. **답** ⑤

20 알짜풀이 ⑤ (가)에서는 유전자 RY를 가진 생식세포가, (나)에서는 RY, Ry, rY, ry를 가진 생식세포가 만들어진다. 따라서 잡종 1대는 항상 유전자 R와 Y를 가지게 되어 모두 등글고 황색인 완두이다.

오답해설 ① 유전자 R와 Y는 서로 다른 염색체에 있으므로, 각각 독립적으로 유전된다.

② (가)에서는 유전자 RY를 가진 생식세포만 만들어진다.

③ (나)에서 생성되는 생식세포의 유전자형은 RY, Ry, rY, ry로 4가지이다.

④ 잡종 1대에서는 RRYY : RrYY : RrYY : RrYY = 1 : 1 : 1 : 1의 비율로 나타나므로, 잡종 1대 중 (가)와 유전자형이 같은 완두(RRYY)가 나올 확률은 $\frac{1}{4} \times 100 = 25(\%)$ 이다. **답** ⑤

21 알짜풀이 멘델은 대립 형질을 가진 순종의 개체끼리 교배하였을 때 잡종 1대에서 나타나는 형질을 우성, 나타나지 않는 형질을 열성이라고 하였다.

모범답안 키 큰 완두, 대립 형질을 가진 순종의 개체끼리 교배하였을 때 잡종 1대에서는 우성 형질만 나타나기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 우성 형질만 바르게 쓴 경우	30 %

22 알짜풀이 유전자형이 Yy인 잡종 1대에서는 유전자 Y를 가진 생식세포와 유전자 y를 가진 생식세포가 만들어진다.

모범답안 잡종 1대의 생식세포 생성 과정에서 대립 유전자 Y와 y가 분리되어 각각 다른 생식세포로 들어갔다가 수정을 통해 유전자 y를 가진 생식세포끼리 결합하였기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 완두 씨의 색깔 유전은 분리 법칙을 따르기 때문이라고만 설명한 경우	50 %

23 알짜풀이 대립 유전자 간의 우열 관계가 명확하지 않아 중간 형질이 나타나는 현상을 중간 유전이라고 한다.

모범답안 중간 유전, 대립 유전자 사이의 우열 관계가 명확하지 않고, 생식세포 생성 시 대립 유전자가 분리되어 각각 다른 생식세포로 들어간다는 분리 법칙을 따른다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 중간 유전이라 쓰고, 대립 유전자 사이의 우열 관계에 대해서만 설명한 경우	60 %
③ 중간 유전이라고 쓰고, 중간 유전은 분리 법칙을 따른다고만 설명한 경우	40 %

05 사람의 유전

• 본책 67, 69, 71쪽

개념 확인하기

01 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × **02** (1) 가계도 조사 (2) 통계 조사 (3) 염색체 분석 (4) 쌍둥이 조사 **03** (1) (가)와 (나), (다)와 (라) (2) 정상 (3) (가) Aa (나) Aa (4) (마) **04** (1) (가) 1관성 쌍둥이 (나) 2관성 쌍둥이 (2) (가)

05 ㉠ 한 ㉡ 상 ㉢ 멘델 **06** (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ (5) ○ **07** (1) (가): Tt, (나): tt (2) ① 열성 ② t ③ tt ④ 잡종 (3) 25% **08** (1) ㉠ 우성 ㉡ 열성 (2) OO (3) B **09** (1) AO, BO, AB, OO (2) AO, BO (3) AB

10 (1) 허말기, 보조개, 귓불 모양 (2) 키, 몸무게, 피부색 **11** ㉠ X ㉡ 남자 **12** (1) ○ (2) × (3) × **13** A : X[']Y, B : XX['], C : XY, D : X[']X['] (2) ① × ② × ③ ○ (3) 50% **14** (1) XX, XX['], XY, X[']Y (2) XX['], XY (3) XX['], X[']Y

01 사람은 한 세대가 길고, 한 번에 낳는 자손 수가 적으며, 형질이 복잡하고 환경의 영향을 많이 받는다. 또 연구자의 마음대로 실험 대상을 선택하여 결혼시킬 수 없기 때문에 유전 연구가 어렵다.

03 가계도 작성 시 부부는 가로선으로 연결하고, 자녀는 부부 사이의 가로선에서 세로선을 내려 연결한다. 부모에게 없던 형질이 자녀에게 나타날 경우 부모의 형질이 우성이고, 자녀가 가진 부모와 다른 형질이 열성이다.

05 미맹은 상염색체에 있는 한 쌍의 대립 유전자에 의해 형질이 결정되며, 멘델 법칙을 따른다.

07 미맹은 정상에 대해 열성으로 유전된다. 미맹인 (나)는 열성 순종(tt)이다. (가)와 (나) 사이에서 미맹인 (다)가 태어났으므로, 정상인 (가)도 미맹 유전자를 가지고 있다. 따라서 (가)의 유전자형은 Tt이다. (마)는 어머니가 미맹이므로, 미맹 유전자(t)를 물려받아 유전자형이 잡종이다. 따라서 (마)와 (바) 사이에서 태어난 자녀의 미맹 유전자형은 Tt × Tt → TT, Tt, Tt, tt이므로, 자녀가 미맹(tt)일 확률은 $\frac{1}{4} \times 100 = 25\%$ 이다.

08 ABO식 혈액형 유전에서 유전자 A와 B 사이에 우열 관계가 없으며, 유전자 A와 B는 유전자 O에 대해 각각 우성이다. 따라서 유전자형이 BO인 사람의 혈액형은 B형이다. 혈액형이 O형인 사람은 유전자 O만 가져야 하므로, 유전자형이 OO이다.

12 색맹 유전자는 정상 유전자에 대해 열성으로 유전된다. 아버지는 아들에게 Y 염색체를 물려주므로, 아들의 색맹 여부는 어머니가 정상 유전자(X)를 주느냐, 색맹 유전자(X['])를 주느냐에 따라 달라진다. 어머니가 색맹이어도 아버지가 정상이면 딸은 아버지로부터 정상 유전자(X)를 물려받아 항상 정상(XX['])이다.

우공비 BOX

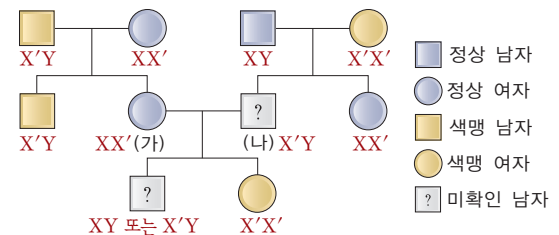
13 A는 색맹인 남자이므로 X[']Y이고, D는 색맹인 여자이므로 X[']X[']이다. C는 정상 남자이므로 XY이다. A와 B 사이에서 색맹인 아들(철수)과 색맹인 딸(D)이 태어났으므로, B는 색맹 유전자(X['])를 가진다. 따라서 B의 유전자형은 XX[']이다.

우공비 특별한비법 자료분석

• 본책 72~73쪽

01 (가) XX['] (나) X[']Y **02** XY, X[']Y **03** (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ **04** ③ **05** (가) AO (나) AO **06** (가) XX['] (나) X[']Y **07** ②

01 자료 분석하기



• (가)는 아버지가 색맹이므로, 표현형은 정상이지만 색맹 유전자를 가진 보인자이다.

• (나)는 어머니가 색맹이므로, 무조건 색맹이다.

알짜풀이 (가)는 표현형은 정상이지만, 아버지가 색맹이므로 보인자이다. (나)는 색맹인 어머니로부터 색맹 유전자(X['])를 물려받으므로 무조건 색맹이다. **답** (가) XX['] (나) X[']Y

02 알짜풀이 (다)의 어머니(가)는 XX[']이고, 아버지(나)는 X[']Y이므로, 이들 사이에서 나올 수 있는 자손의 색맹 유전자형은 XX['] × X[']Y → XX['], X[']X['], XY, X[']Y이다. (다)는 남자이므로, 유전자형이 XY 또는 X[']Y일 수 있다. **답** XY, X[']Y

03 알짜풀이 (1) 1은 딸이 색맹이므로, 색맹 유전자를 가져야 한다.

(2) 6은 아버지가 색맹이므로, 색맹 유전자(X['])를 항상 물려받는다. 따라서 6이 색맹 유전자(X['])를 가질 확률은 100%이다.

(3) 아들은 X 염색체를 어머니로부터 물려받으므로, 7은 색맹 유전자를 2로부터 물려받았다.

(4) 8과 10 모두 아버지가 색맹이므로, 보인자(XX['])이다.

답 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○

04 알짜풀이 7은 색맹이므로 X[']Y, 8은 아버지로부터 색맹 유전자를 물려받아 XX[']이다. 7과 8 사이에서 나올 수 있는 자녀의 색맹 유전자형은 X[']Y × XX['] → XX['], X[']X['], XY, X[']Y이다. 이 중 아들이 색맹(X[']Y)일 확률은 50%이다. **답** ③

05 알짜풀이 A형인 (가)와 (나) 사이에서 O형인 (다)가 태어났으므로, (가)와 (나)는 모두 유전자 O를 가진다.

답 (가) AO (나) AO

쉽게쉽게

유전 현상을 연구하려면 부모에서 자녀로 형질이 전달되는 것을 몇 세대에 걸쳐 관찰해야 하는데, 사람은 한 세대가 너무 길기 때문에 한 과학자가 일생동안 2~3 세대밖에 관찰할 수 없어요.

필수 자료

ABO식 혈액형의 표현형과 유전자형

표현형	유전자형
A형	AA, AO
B형	BB, BO
AB형	AB
O형	OO

조심조심

색맹 유전의 특징

- 어머니가 색맹이면 아들은 항상 색맹이에요.
- 아버지가 정상이면 딸은 항상 정상이에요.

우공비 BOX

쉽게 쉽게

여자는 어머니와 아버지로부터 X 염색체를 한 개씩 물려받으므로, 아버지가 색맹이면 그 딸은 항상 색맹 유전자를 가져요.

필수 자료

미맹 유전

미맹은 유전자가 상염색체에 존재하고, 한 쌍의 대립 유전자에 의해 형질이 결정돼요. 또 열성으로 유전되기 때문에 미맹인 사람의 유전자형은 열성 순종, 즉 tt예요.

쉽게 쉽게

남동생이 O형이므로 부모는 모두 유전자 O를 가져야 해요. 또 승호가 AB형이므로 부모 중 한 명은 유전자 A를, 다른 한 명은 유전자 B를 가져야 해요. 따라서 승호 부모의 ABO식 혈액형 유전자형은 AO×BO 조합이 가능하죠.

보충 설명

쌍둥이의 발생 과정

- 1란성 쌍둥이 : 하나의 수정란이 발생 과정에서 나누어져 각각 자라므로, 유전자 구성이 서로 같아요.
- 2란성 쌍둥이 : 2개의 난자가 각각 정자와 수정하여 별개의 태아로 자라므로, 유전자 구성이 서로 달라요.

06 알짜풀이 (가)는 아버지가 색맹이므로, 표현형은 정상이지만 색맹 유전자를 가지는 보인자(XX')이다. 또 (나)는 색맹인 남자이므로 X'Y이다. **답 (가) XX' (나) X'Y**

07 알짜풀이 (다)의 색맹 유전자형은 XX'이므로, 색맹인(라)와 결혼하여 낳은 자녀의 색맹 유전자형은 XX'×X'Y→XX', X'X', XY, X'Y이다. O형인(다)와 AB형인(라)가 결혼하여 낳은 자녀의 ABO식 혈액형 유전자형은 OO×AB→AO, BO이다. 따라서 자녀가 A형이면 색맹일 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 100 = 25\%$ 이다. **답 ②**

중 단 원 별 실력올리기

• 본책 74~77쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ⑤ 04 ④ 05 50% 06 ②
07 ③ 08 ⑤ 09 ④ 10 ① 11 ④ 12 ③ 13 ⑤
14 ⑤ 15 (가) XX' (나) XX' (다) X'Y 16 ④ 17 ③,
④ 18 50% 19 ④ 20 ④ 21 ③ 22 해설 참조
23 해설 참조 24 해설 참조 25 해설 참조

01 알짜풀이 ⑤ 사람은 한 번에 얻을 수 있는 자손의 수가 적어 통계를 내기 어렵다.

오답탐기 ① 사람은 한 세대가 길다.

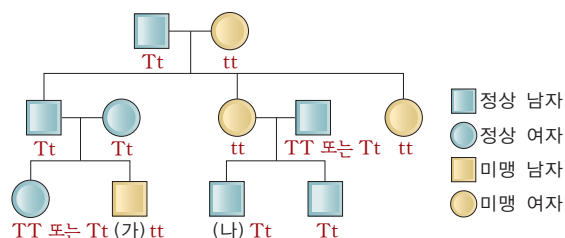
②, ④ 사람은 대립 형질이 뚜렷하지 않은 경우가 많으며, 환경의 영향을 많이 받는다.

③ 사람은 인위적으로 교배시킬 수 없다. **답 ⑤**

02 알짜풀이 유전 연구에 필요하다고 해서 특정 형질을 가진 사람을 인위적으로 결혼시킬 수 없다. **답 ③**

03 알짜풀이 1란성 쌍둥이는 하나의 수정란이 발생 초기에 나뉘어 각각 태아로 발생한 것으로, 쌍둥이의 유전자 구성이 서로 같다. 1란성 쌍둥이가 성장하면서 나타나는 형질 차이는 주로 환경의 영향에 의한 것이다. **답 ⑤**

04 자료 분석하기



- 정상인 부모 사이에서 미맹인(가)가 태어났으므로, 미맹은 열성으로 유전된다.
- 부모 중 한 명이 미맹이면 자녀는 정상이라도 미맹 유전자를 가진다.

알짜풀이 정상인 부모 사이에서 미맹인(가)가 태어났으므로 부모는 모두 미맹 유전자를 가지고 있다. 즉, 부모의 유전자형은 모두 잡종(Tt)이다. **답 ④**

05 알짜풀이 (나)는 미맹인 어머니로부터 미맹 유전자를 물려받으므로, 유전자형이 Tt이다. (나)가 미맹인 여자(tt)와 결혼하여 낳은 자녀의 미맹 유전자형은 Tt×tt→Tt, tt이므로, 자녀가 미맹일 확률은 $\frac{1}{2} \times 100 = 50\%$ 이다. **답 50%**

06 알짜풀이 미맹은 열성으로 유전되므로 부모가 모두 미맹일 경우 자녀는 모두 미맹이 된다. **답 ②**

07 알짜풀이 ③ 이마 모양이 V자형인 부모 사이에서 일자형 이마 모양을 가진 자녀가 태어났으므로, V자형이 우성이고 일자형이 열성이며, 부모의 유전자형은 잡종(Vv)이다. 유전자형이 잡종인 V자형 이마 부모 사이에서 태어날 수 있는 자녀의 유전자형은 Vv×Vv→VV, Vv, Vv, vv이므로, 일자형 이마를 가진 자녀가 태어날 확률은 25%이다.

오답탐기 ①, ② 부모의 유전자형은 잡종이어야 하므로, VV가 될 수 없다.

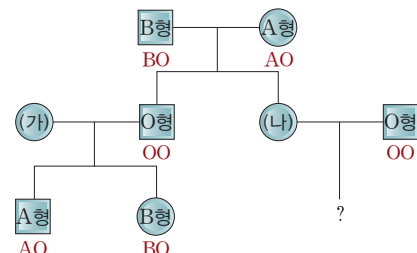
④, ⑤ 부모는 모두 V자형 이마를 가진다고 하였으므로, 유전자형이 vv가 될 수 없다. **답 ③**

08 알짜풀이 (가)는 부착형 귤이므로 유전자형이 ee이다. (나)는 어머니가 부착형 귤(ee)이므로 유전자형이 Ee이다. (가)와 (나) 사이에서 나올 수 있는 자녀의 귤 모양 유전자형은 ee×Ee→Ee, ee이므로, 부착형 귤인 자녀가 태어날 확률은 50%이다. **답 ⑤**

09 알짜풀이 어머니와 철수는 혀말기가 불가능하므로, 유전자형이 rr이다. 아버지는 혀말기가 가능하지만, 철수가 혀말기가 불가능하므로 혀말기 불가능 유전자(r)를 가져야 한다. 따라서 아버지의 유전자형은 Rr이다. 여동생은 혀말기가 가능하지만, 어머니로부터 혀말기 불가능 유전자(r)를 물려받아 유전자형이 Rr이다. **답 ④**

10 알짜풀이 자녀 중 O형이 있으면 부모 중 누구도 AB형일 수 없다. 또 자녀 중 AB형이 있으면 부모 중 누구도 O형일 수 없다. **답 ①**

11 자료 분석하기



- 자녀 중에 O형이 있으면 아버지와 어머니 모두 유전자 O를 가져야 한다.
- (가)의 자녀가 가지는 유전자 A와 B는 모두 (가)로부터 물려받은 것이다. ➔ (가)는 AB형이다.

알짜풀이 (가)와 O형인 남편 사이에서 태어난 자녀의 혈액형이 A형과 B형이므로, (가)는 유전자 A와 B를 모두 가져야 한다. (가)는 AB형이고 유전자형은 AB이다. ㉑ ④

12 알짜풀이 (나)의 부모님이 A형과 B형이므로, A형인 (나)의 유전자형은 AO이다. (나)가 O형인 남자와 결혼하여 낳을 수 있는 자녀의 유전자형은 $AO \times OO \rightarrow AO, OO$ 이므로, 자녀가 A형일 확률은 $\frac{1}{2} \times 100 = 50(\%)$ 이다. ㉑ ③

13 알짜풀이 ⑤ 키, 피부색, 몸무게 등은 여러 쌍의 대립 유전자에 의해 형질이 결정되는 다인자 유전으로, 표현형이 조금씩 차이를 보이며 다양하게 나타난다.

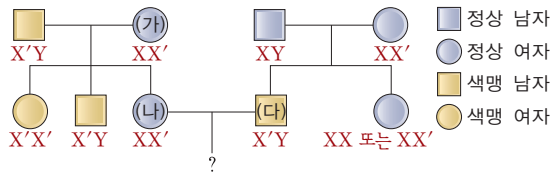
오답탐기 ① 우성 형질이 열성 형질보다 항상 많이 나타나는 것은 아니다.

③ 컹볼 모양보다 키의 유전이 환경의 영향을 더 많이 받는다.

④ 컹볼 모양은 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정된다. ㉑ ⑤

14 알짜풀이 색맹 유전자는 성염색체인 X 염색체에 있다. 성염색체 구성이 XY인 남자는 색맹 유전자가 1개만 있어도 색맹이 되고, 성염색체 구성이 XX인 여자는 2개의 X 염색체 모두 색맹 유전자가 있어야 색맹이 된다. 따라서 색맹은 여자보다 남자에게 더 많이 나타난다. ㉑ ⑤

15 자료 분석하기



- (가) : 아들이 가진 색맹 유전자(X')는 (가)로부터 온 것이다.
- (나) : 아버지가 색맹이므로 색맹 유전자(X')를 가진다.
- (다) : 남자는 색맹이면 X'Y, 정상이면 XY이다.

알짜풀이 (가)는 아들이 색맹이므로 XX'이다. (나)는 아버지가 색맹이므로 XX'이다. (다)는 색맹이므로 X'Y이다. ㉑ (가) XX' (나) XX' (다) X'Y

16 알짜풀이 ④ 아들은 아버지로부터 Y 염색체만 물려받으므로, 아들이 가지는 색맹 유전자는 어머니로부터 물려받은 것이다.

오답탐기 ① (나)가 가지는 색맹 유전자는 아버지로부터 물려받은 것이다.

② (나)의 남동생이 태어날 경우, 남동생의 유전자형은 XY 또는 X'Y이다. 따라서 남동생이 색맹일 확률은 50%이다.

③ 아버지가 색맹이어도 아버지는 아들에게 색맹 유전자(X')를 물려주지 않으므로, 아들의 색맹 여부에 영향을 미치지 않는다.

⑤ (나)와 (다) 사이에서 태어날 수 있는 자녀의 유전자형은 $XX' \times X'Y \rightarrow XX', X'X', XY, X'Y$ 이다. 따라서 (나)와 (다) 사이에서 태어난 딸이 색맹일 확률은 50%이다. ㉑ ④

17 알짜풀이 혈우병인 남자(X'Y)와 정상인 여자(XX')가 결혼하여 낳은 자녀의 혈우병 유전자형은 다음과 같다.

우공비 BOX

조심조심

(나)는 아버지로부터는 유전자 B 또는 유전자 O를 물려받을 수 있으므로, 유전자형이 AA가 될 수 없어요.

용어알기

색맹

망막의 시각세포에 이상이 있어 색깔을 제대로 구별하지 못하는 유전 형질로, 색맹 여부는 색맹 검사표를 통해 알 수 있어요. 색맹 검사표는 색점으로 숫자나 패턴이 그려져 있는데, 정상인은 이 숫자나 패턴을 볼 수 있지만 색맹은 볼 수 없거나 다른 것으로 보여요.

조심조심

만약 (가)가 (나)에게 색맹 유전자를 물려준다면 (나)는 아버지로부터 색맹 유전자 1개, 어머니로부터 색맹 유전자 1개를 물려받아 색맹이 되어야 해요.

보충 설명

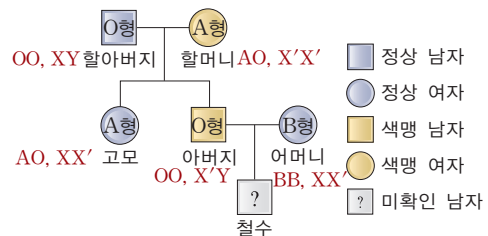
함께 자란 2관성 쌍둥이 사이에서 형질의 차이가 나타난다는 것은 환경이 같아도 차이가 생긴다는 것으로, 형질 차이의 원인을 유전자 구성의 차이 때문이라고 판단할 수 있어요.

부	X'	Y
모	XX'	XY
X'	X'X'(치사)	X'Y

따라서 자녀 중 딸은 항상 혈우병 유전자를 가지게 되며, 아들이 혈우병일 확률은 50%이다. ㉑ ③, ④

18 알짜풀이 할머니가 색맹이므로 아버지는 무조건 색맹(X'Y)이다. 외할아버지가 색맹이므로 어머니는 보인자(XX')이다. 따라서 $X'Y \times XX' \rightarrow XX', X'X', XY, X'Y$ 이며, 딸인 (가)가 색맹일 확률은 $\frac{1}{2} \times 100 = 50(\%)$ 이다. ㉑ 50%

19 자료 분석하기



- 아버지가 O형이므로 할머니는 유전자 O를 가져야 한다. \Rightarrow 할아버지 : OO, 할머니 : AO
- 고모 : 할아버지로부터 유전자 O, 할머니로부터 유전자 A를 물려받는다. 또 할머니가 색맹이므로, 고모는 할머니로부터 색맹 유전자(X')를 물려받는다. \Rightarrow ABO식 혈액형 유전자형 : AO, 색맹 유전자형 : XX'

알짜풀이 ④ 어머니가 고모와 같은 보인자(XX')일 때 아버지와 어머니 사이에서 태어난 자녀의 색맹 유전자형은 $XX' \times X'Y \rightarrow XX', X'X', XY, X'Y$ 이다. 따라서 아들인 철수가 색맹일 확률은 $\frac{1}{2} \times 100 = 50(\%)$ 이다.

오답탐기 ① 할머니가 색맹이므로, 고모는 할머니로부터 색맹 유전자(X')를 물려받는다.

② 할아버지가 O형이므로, 고모는 할아버지로부터 유전자 O만 물려받을 수 있다. 따라서 고모의 ABO식 혈액형 유전자형은 AO이다.

③ 아버지는 할머니로부터 색맹 유전자를 물려받았다.

⑤ 어머니의 ABO식 혈액형 유전자형이 순종(BB)이면 아버지와 어머니 사이에서 태어난 자녀의 ABO식 혈액형 유전자형은 $BB \times OO \rightarrow BO$ 이므로, 철수는 항상 B형이다. ㉑ ④

20 알짜풀이 ㄴ. 일반 성적은 1관성 쌍둥이에서 함께 자란 경우와 따로 자란 경우의 일치도 차이가 크고, 따로 자란 1관성 쌍둥이보다 함께 자란 2관성 쌍둥이의 일치도가 1에 가까우므로 환경의 영향을 가장 많이 받는 형질이다.

ㄷ. 지문선의 수는 1관성 쌍둥이에서 함께 자란 경우와 따로 자란 경우 모두 일치도가 0.95로 높지만, 같은 환경에서 함께 자란 2관성 쌍둥이에서는 일치도가 0.49로 낮다. 이것은 2관성 쌍둥이의 유전자 구성이 서로 다르기 때문에 나타나는 결과이다.

오답탐기 ㄱ. 혈액형은 1관성 쌍둥이에서 함께 자란 경우와 따로 자란 경우의 일치도가 1로 같다. 따라서 환경보다 유전의 영향을 많이 받는 형질임을 알 수 있다. ㉑ ④

21 알짜풀이 ③ 영화는 어머니가 미맹이므로 유전자형이 Tt이지만, 주어진 자료를 통해 영화네 아버지의 유전자형이 TT인지, Tt인지는 확실히 알 수 없다.

오답탐기 ①, ② 정상인 아버지와 어머니 사이에서 미맹인 철수(tt)가 태어났다. 따라서 미맹 유전자(t)는 정상 유전자(T)에 대해 열성이고, 아버지와 어머니의 유전자형은 모두 잡종(Tt)이다.

④ 영화네 어머니는 미맹이므로, 유전자형이 tt이다.

⑤ 철수(tt)와 영화(Tt)가 결혼할 경우 이들 사이에서 태어날 수 있는 자녀의 유전자형은 $tt \times Tt \rightarrow Tt, tt$ 이다. 따라서 자녀가 미맹일 확률은 $\frac{1}{2} \times 100 = 50(\%)$ 이다. **정답** ③

22 알짜풀이 부모에게 없던 형질이 자녀에게 나타나면 부모의 형질이 우성이고, 자녀의 부모와 다른 형질이 열성이다.

모범답안 정상 : 열성, 형질 A : 우성, 형질 A를 가진 부모 사이에서 정상인 자녀가 태어났기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 우성과 열성만 바르게 구분하여 쓴 경우	30 %

23 알짜풀이 유전자 A와 B 사이에는 우열 관계가 없고, 유전자 A와 B는 유전자 O에 대해 각각 우성이다. 따라서 유전자 A와 B가 함께 있을 때 둘 다 표현되어 AB형이 된다.

모범답안 유전자 A와 B 사이에 우열 관계가 없기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 유전자 A와 B가 모두 표현되기 때문이라고만 설명한 경우	50 %

24 알짜풀이 아들의 색맹 유전자는 어머니로부터 받은 것이다.

모범답안 (가)가 가진 색맹 유전자는 어머니로부터 받은 것이고, 어머니의 색맹 유전자는 외할머니로부터 받은 것이다.

채점 기준	배점
① (가)의 색맹 유전자의 전달 경로를 어머니와 외할머니를 모두 포함하여 설명한 경우	100 %
② (가)의 색맹 유전자의 전달 경로를 어머니와 외할머니 중 한 사람만 포함하여 설명한 경우	50 %

25 알짜풀이 색맹, 혈우병과 같이 형질을 결정하는 유전자가 X 염색체에 있어 남녀에 따라 형질이 나타나는 빈도가 다른 유전 현상을 반성 유전이라고 한다. 남자는 X 염색체가 1개이므로 색맹 유전자를 1개만 가져도 색맹이 되지만, 여자는 X 염색체가 2개이므로 색맹 유전자가 2개 있어야 색맹이 된다.

모범답안 색맹 유전자는 X 염색체에 존재하고, 정상에 대해 열성으로 유전되기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 색맹 유전자는 X 염색체에 존재한다고만 설명한 경우	50 %
③ 색맹 유전자가 정상 유전자에 대해 열성으로 유전된다고만 설명한 경우	50 %

우공비 BOX

쉽게 쉽게

쓴맛을 느끼는 사람의 유전자형은 TT 또는 Tt가 되므로, 그 부모와 자녀의 표현형과 유전자형을 통해 쓴맛을 느끼는 사람의 유전자형을 정확히 파악해야 해요.

쉽게 쉽게

진화가 일어나는 과정에서 퇴화되어 사라지는 기관도 있어요. 진화는 환경에 적응하는 과정이지 무조건적인 발달이 아니에요.

보충 설명

아버지는 아들에게 Y 염색체를 물려주므로 색맹 유전자를 전해줄 수 없어요.

보충 설명

자연 선택되는 형질은 가장 훌륭한 형질이 아니라, 상대적으로 환경에 적응하기 적합한 형질이라는 점을 기억하세요.

06 생물의 진화

• 본책 79, 81쪽

개념 확인하기

- 01 진화** 02 (1) ㉠ 커지고 ㉡ 적어지는 (2) ㉠ 육상 생활 ㉡ 물속 생활 (3) 발생학상 **03** (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ **04** (1) 비교 (2) 발생 (3) 화석 **05** (1) -㉠ (2) -㉡ (3) -㉢ (4) -㉣ (5) -㉤ **06** (1) 획득 형질 (2) 개체 변이 (3) 검은색 **07** ㉠ 개체 변이 ㉡ 자연 선택 **08** (1) -㉣ -㉠ (2) -㉠ -㉢ (3) -㉢ -㉣ (4) -㉢ -㉡ **09** (1) (가) 검은색 (나) 흰색 (2) 검은색 **10** (1) × (2) ○ (3) ○

• **01** 생물이 오랜 세월 동안 환경에 맞게 적응하여 몸의 형태나 생활 방식이 변하는 현상을 진화라고 한다. 진화가 일어나면 종이 다양해진다.

02 (1) 말은 서식지가 숲에서 초원으로 바뀌면서 초원에서 뛰거나 풀을 씹어 먹기 좋은 방향으로 진화하였다.

(2) 고래는 4개의 다리를 가지고 육상 생활을 하던 동물에서 다리가 퇴화하면서 지느러미 형태로 진화하여 물속 생활에 적합하게 진화하였다.

(3) 척추동물의 발생 과정을 비교하면 발생 초기의 모습이 거의 비슷하다. 이를 통해 발생학상의 증거를 확인할 수 있다.

03 (1) 사람의 꼬리뼈와 충수는 이전에는 있었으나 기능이 퇴화하여 흔적만 남은 흔적 기관이다.

(2) 새와 곤충의 날개는 현재 기능은 같지만 발생 기원이 다른 상사 기관이다. 새의 날개는 앞다리가, 곤충의 날개는 몸의 표피가 변해 형성된 것이다.

(3) 선인장의 가시와 완두의 덩굴손은 모두 잎이 변해서 된 상동 기관이다.

(4) 형태나 기능은 달라도 발생 기원이 같은 기관을 상동 기관이라고 한다.

• **06** (1) 획득 형질은 후천적인 노력을 통해 얻어진 형질이므로 유전되지 않는다. 따라서 획득 형질을 주장한 용불용설은 받아들여지지 않는다.

(2) 자연 선택설은 개체 변이의 유전을 주장하였다. 자연 선택설에서는 과잉 생산된 개체 중 생존 경쟁에서 살아남은 개체가 자연 선택되므로 개체 변이 유전자가 유전된다고 주장한다.

(3) 대기오염에 의해 나무껍질의 색이 어두워지면 흰색 나방이 눈에 더 잘 띄어 천적에 더 잘 잡아먹혀 검은색 나방의 수가 더 많아진다. 이는 검은색 나방이 자연 선택된 것이다.

08 (1) 공업 암화는 다윈의 자연 선택설의 예이다.

(2) 오스트레일리아에서만 발견되는 캥거루는 로마네스와 바그너의 격리설로 설명할 수 있다.

(3) 라마르크는 목이 길어진 기린을 통해 용불용설을 주장하였다. 용불용설은 기린의 목이 길어진 것이 계속해서 목을 늘렸기 때문이라고 설명한다.

(4) 더프리스는 갑자기 발생한 왕달맞이꽃이 유전되는 것을 통해 돌연변이설을 주장하였다.

01 ② 02 ① 03 ④ 04 ① 05 ⑤ 06 ③ 07 ④
08 ②

01 알파돌이 화석을 보면 말은 몸의 크기는 커지는 방향으로, 발가락 수는 줄어드는 방향으로, 어금니는 커지고 표면 주름이 많아지는 방향으로 진화하였다. 주름이 많아지면 초원의 거친 풀도 잘 씹을 수 있게 되므로, 말이 점점 초원의 환경에 적응하여 진화하였음을 알 수 있다. **답 ②**

02 알파돌이 말의 변화 과정, 시조새의 모습은 화석을 통해 확인할 수 있다. 시대별 화석을 비교하여 생물의 진화 과정을 확인하는 것은 진화의 화석상의 증거이다.

오답정기 ② 유전학적인 증거는 DNA나 아미노산을 분석한 결과이다.

③ 발생학상의 증거는 여러 동물의 초기 발생 모습을 비교하여 찾는다.

④ 분류학상의 증거는 분류학상의 유연관계를 통해 확인한다.

④ 비교 해부학상의 증거에는 상동 기관, 상사 기관, 흔적 기관이 있다. **답 ①**

03 알파돌이 ④ 척추동물 앞다리의 현재 모습은 다양하다. 하지만 이들은 모두 같은 발생 기원을 가지므로, 상동 기관이다.

오답정기 ① 사용하지 않은 기관은 퇴화하지만, 척추동물의 앞다리는 현재에도 남아 기능을 하고 있다.

② 현재 서로 다른 기능을 하고 있는 것으로 보아 척추동물이 모두 같은 방향으로 진화한 것은 아니다.

③ 서로 같은 환경에 적응하여 같은 종이 되는 증거는 아니다.

⑤ 발생 기원이 다른 기관의 겉모습이 환경에 맞게 비슷하게 변화하는 것을 상사 기관이라고 한다. **답 ④**

04 알파돌이 고래의 뒷다리 뼈는 매우 작아져 거의 흔적만 남아 있다. 이는 고래의 뒷다리가 물속 생활에 적응하는 과정에서 퇴화되었기 때문이다. **답 ①**

05 자료 분석하기



- 척추동물은 발생 초기의 모습이 매우 비슷하다.
- 척추동물은 발생 초기에는 아가미 틈과 꼬리가 공통적으로 나타나지만 발생 과정에서 그대로 남아 있거나 사라진다.
- ➔ 척추동물은 공통 조상으로부터 서로 다른 방향으로 진화하였다.

알파돌이 척추동물의 발생 과정에서 나타나는 유사점을 통해 척추동물이 공통의 조상으로부터 서로 다른 방향으로 진화하였음을 알 수 있다. 발생 초기에 아가미 틈이 공통적으로 나타났으므로 척추동물이 원래 물속 생활을 하다가 진화 과정에서 서식지가 육상으로 바뀌었음을 알 수 있다. **답 ⑤**

우공비 BOX

보충 설명

화석

화석은 과거 생물의 모습을 확인할 수 있는 증거로, 퇴적암에 과거 생물의 유해나 흔적이 남아 만들어져요. 화석을 통해 과거 생물의 모습이나 생활 환경 등을 확인할 수 있어요.

쉽게개개

흔적 기관

사람의 꼬리뼈, 동이근, 충수, 두더지의 눈, 타조의 날개, 뱀과 고래의 뒷다리 뼈 등은 흔적 기관의 예입니다.

보충 설명

생명 현상의 특성

생물은 세포로 구성되어 있으며, 물질대사를 해요. 자극에 대해 반응하고, 항상성을 유지하는 것도 생명 현상의 특징이지요. 그 밖에 성장과 발생, 생식, 유전과 진화 등도 생명 현상의 특징에 해당해요.

06 알파돌이 ③ 척추동물은 발생 초기 단계일수록 유사한 모양과 구조를 가진다. 따라서 공통 조상으로부터 진화하였다고 판단할 수 있다.

오답정기 ① 심장 구조의 변화를 통해 생물이 태어나는 위치를 확인하는 것은 어렵다.

② 생물의 크기를 비교하기 위해서는 화석상의 증거를 통해 생물의 변화 과정을 확인하는 것이 필요하다.

④ 생물은 단순한 구조에서 복잡한 구조로 진화되었다.

⑤ 척추동물의 심장 구조는 어류는 1심방 1심실, 양서류는 2심방 1심실, 포유류는 2심방 2심실이다. 이러한 변화를 확인해 보면 척추동물이 어류 → 양서류 → 포유류의 순으로 진화되었다고 유추할 수 있다. **답 ③**

07 알파돌이 갈라파고스 군도의 각 섬은 서로 격리되어 있고, 먹이의 종류가 다르다. 각 섬의 핀치는 먹이를 먹기 적합한 방향으로 부리의 모양이 변화하였다. **답 ④**

08 알파돌이 진화적으로 가까운 생물일수록 DNA 일치율이나 단백질 일치율이 높다는 것은 진화의 유전학적인 증거에 해당한다. **답 ②**

중 단 원 별 실력올리기

• 본책 86~89쪽

01 ⑤ 02 ① 03 ⑤ 04 ③ 05 ② 06 ① 07 ②
08 ⑤ 09 ⑤ 10 ④ 11 ④ 12 ② 13 ③ 14 ②
15 ① 16 ① 17 ④ 18 ④ 19 ③ 20 ④ 21 ③
22 해설 참조 23 해설 참조 24 해설 참조

01 알파돌이 진화는 생물이 오랜 세월 동안 환경에 맞게 적응하여 몸의 형태나 생활 방식이 변하는 현상을 의미한다. 이 과정에서 환경 변화에 잘 적응하는 종은 폭발적으로 증가하고, 그렇지 않은 종은 멸종한다. 그러므로 생물의 종 수에도 변화가 나타난다. **답 ⑤**

02 알파돌이 ① 생물이 오랜 세월 동안 여러 세대를 거치면서 변해가는 현상을 진화라고 한다. 타조의 날개가 퇴화되어 날 수 없게 된 것은 진화의 예이다.

오답정기 ② 철수의 키가 갑자기 커진 것은 생장의 예이다.

③ 잘려나간 도롱뇽의 꼬리가 얼마 후 다시 길어진 것은 재생의 예이다.

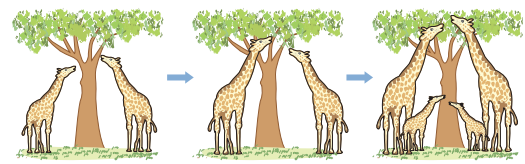
④ 애벌레가 번데기를 거쳐 나비가 된 것은 발생의 예이다.

⑤ 호랑이의 멸종은 숲이 사라져서 생긴 현상이므로 진화의 예는 아니다. **답 ①**

03 알파돌이 말의 화석을 통해, 시간이 흐르면서 말은 몸의 크기가 점점 커지고, 발가락 수는 점점 줄어들었으며, 어금니는 크기가 커지고 표면 주름이 복잡해지는 방향으로 진화하였음을 알 수 있다. 이를 통해 말의 서식지가 숲에서 초원으로 바뀌면서 초원에서 뛰거나 풀을 씹어 먹기 좋은 방향으로 진화한 것으로 생각할 수 있다. **답 ⑤**

우공비 BOX

10 자료 분석하기



모두 목이 짧은 기린 목을 늘어 점점 목이 길어짐 오늘날 기린은 긴 목을 가짐

처음에 목이 짧은 기린만 살았는데, 높은 곳의 먹이를 먹기 위해 목을 늘어 기린의 목이 길어지는 방향으로 진화가 일어나는 것을 나타낸다. 이 그림은 용불용설을 설명한다.

보충 설명

획득 형질

인간의 신체적인 능력은 노력에 의해 변화할 수 있는데, 이러한 노력은 유전자를 변화시키지 못해요. 이때 얻게 된 신체적 변화를 획득 형질이라고 하지요.

● **알짜풀이** ④ 용불용설에서는 살아가는 동안 얻은 신체적 변이인 획득 형질이 유전된다고 주장한다. 획득 형질은 유전자의 변화가 일어난 것이 아니므로 획득 형질의 유전을 주장한 용불용설은 받아들여지지 않는다.

● **오답넘기** ①, ② 자주 사용하는 기관은 발달하고 자주 사용하지 않는 기관은 퇴화한다는 것은 용불용설의 주장이다.

③, ⑤ 목이 짧은 기린만 살았다는 것이나 목을 늘렸다는 것이 비판점이 된 것은 아니다. ㉠ ④

● **알짜풀이** 11 원래 기린은 다양한 형질을 갖고 있었으나, 이 중 생존 경쟁에 유리한 개체가 자연 선택되고, 그 형질이 자손에게 유전되어 진화가 일어났다고 설명한 진화의 이론이 자연 선택설이다. ㉠ ④

● **알짜풀이** 12 생물은 많은 수의 자손을 낳으며(과잉 생산), 태어난 자손들은 다양한 형질을 나타낸다(개체 변이). 이들이 경쟁을 하다 보면(생존 경쟁), 생존에 유리한 형질을 가진 개체만 살아남아(적자 생존), 자신의 유전 형질을 자손에게 전달하여 그 형질을 가진 개체들이 많아진다(자연 선택). ㉠ ②

● **알짜풀이** 13 환경 오염으로 나무 껍질에 살던 지의류가 죽으면서 흰색 나방에 천적의 눈에 더 잘 띄게 되고, 이로 인해 검은색 나방이 자연 선택되었다. 따라서 공업화 이전에는 흰색 나방이 더 많았으나 공업화 이후에 검은색 나방이 더 많아진 것은 자연 선택의 예이다. ㉠ ③

● **알짜풀이** 14 더프리스는 달맞이꽃 연구에서 왕달맞이꽃이 나타나고 그 형질이 유전되는 것을 통해 생물의 진화에 있어 돌연변이가 가장 중요한 요인이라고 주장하였다. ㉠ ②

● **알짜풀이** 15 **알짜풀이** ① 돌연변이는 매우 드물게 일어나며 대부분 생존에 불리한 방향으로 일어난다.

● **오답넘기** ② 돌연변이설에서는 변이의 원인이 갑자기 생겨나는 유전자나 염색체의 변화라고 설명하였다.

③ 특정 지역의 생물 진화에 대해서만 설명할 수 있는 진화설은 격리설이다.

④ 후천적 노력으로 얻어진 획득 형질의 유전을 주장한 것은 용불용설이다.

⑤ 돌연변이는 대부분 생존에 불리한 방향으로 일어난다. ㉠ ①

● **알짜풀이** 16 그랜드 캐니언의 양쪽 가장자리에 사는 영양다람쥐는 협곡으로 인해 지리적으로 격리되어 서로 다른 종으로 진화하였다. 이는 격리설의 예이다. ㉠ ①

● **알짜풀이** ③ 상동 기관은 발생 기원은 같으나 살아온 환경이 다르기 때문에 구조와 기능이 다르게 진화한 기관이다. 척추동물의 앞다리는 기본 골격 구조가 같은 상동 기관으로, 발생 기원이 같은 기관이라 하더라도 환경과 사용 용도에 따라 기관의 형태가 변화할 수 있음을 알려 준다.

● **오답넘기** ① 척추동물의 앞다리는 상동 기관이다.

② 생물은 주변 환경에 맞게 적응하여 진화하는 과정에서 몸의 구조가 변화한다.

④ 서로 다른 발생 기원을 가진 기관이 비슷한 환경에 적응하면서 형태와 기능이 비슷하게 진화한 것을 상사 기관이라고 한다.

⑤ 흔적 기관의 예에는 사람의 꼬리뼈나 뱀의 뒷다리 뼈 등이 있다. ㉠ ③

● **알짜풀이** 05 상사 기관은 발생 기원은 다르나 구조와 기능이 비슷하게 진화한 기관이다. 새의 날개는 앞다리, 곤충의 날개는 표피 조직이 변해서 된 것으로 발생 기원이 서로 다르며, 완두의 덩굴손은 잎, 포도의 덩굴손은 줄기가 변해서 된 것으로 발생 기원이 다르므로 상사 기관이다. ㉠ ②

● **알짜풀이** 06 과거에는 사용했지만 오늘날에는 사용하지 않아 흔적만 남은 기관을 흔적 기관이라고 한다. 참새의 날개는 현재에도 사용되므로 흔적 기관이 아니다. ㉠ ①

● **알짜풀이** 07 척추동물의 발생 과정을 비교하면 초기의 모습은 매우 비슷하지만 발생이 진행되는 과정에서 그 형태가 달라지는 것을 확인할 수 있다. 이러한 진화의 증거를 발생학상의 증거라고 한다. ㉠ ②

● **알짜풀이** 08 원래는 같은 종인 생물이 오랫동안 격리되어 서로 다른 먹이를 먹기에 적합하도록 다른 종으로 진화한 것으로, 지리학상 증거의 예이다.

● **오답넘기** ① 핀치의 조상은 하나였으나, 서로 다른 섬에서 살면서 부리의 모양이 변화하였다.

② 자주 사용하는 기관이 발달하여 유전된다는 획득 형질의 유전은 용불용설에서 주장한다.

③ 격리설은 모든 지역에 사는 생물의 진화 과정을 설명할 수 없고, 격리가 일어나는 지역에서만 설명 가능하다.

④ 척추동물의 발생 초기의 모습이 비슷하다는 것은 진화의 발생학상의 증거이다. ㉠ ⑤

● **알짜풀이** 09 오스트레일리아의 캥거루와 같이 특정 지역에만 서식하는 생물은 진화의 지리학상의 증거에 해당한다.

● **오답넘기** ① 발생학상의 증거는 척추동물의 초기 발생 과정의 배아를 비교하여 확인할 수 있다.

② 화석상의 증거로는 초원 생활에 적응하도록 진화한 것을 알 수 있는 말의 화석이나 육상 생활에서 물속 생활에 적응한 것을 알려주는 고래의 화석이 있다. 그 밖에 시조새의 화석이나 코끼리의 화석도 화석상의 증거이다.

③ 유전학적인 증거는 DNA 일치율을 비교하여 확인한다. 그 외에 헤모글로빈을 구성하는 아미노산을 비교하여 얻은 증거도 유전학적인 증거이다.

④ 비교 해부학상의 증거에는 상동 기관이나 상사 기관, 흔적 기관이 있다. ㉠ ⑤

쉽게 쉽게

공업 암화

공업 지대에서 매년 때문에 주위 환경이 검어짐에 따라 근처에 살고 있는 곤충 가운데 검은 개체가 늘어나는 현상을 공업 암화라고 해요. 공업 암화는 자연 선택의 대표적인 예랍니다.

용어알기

돌연변이

어버이의 생식세포의 유전자나 염색체에 변화가 일어나 어버이가 갖지 않았던 새로운 형질이 자손에게 나타나고 이 형질이 자손에게 유전되는 현상이에요.

17 자료 분석하기

목이 긴 기린이 자연 선택되어 살아남아 그 형질이 자손에 유전되었다. 기린의 목은 원래 짧았으나 돌연변이가 일어나 긴 목을 가진 기린이 나타났다. (가) 긴 목을 가진 기린이 높은 나무의 잎을 따 먹기에 유리하여 살아남게 되었고, (나) 긴 목을 가진 기린은 짧은 목을 가진 기린과 교배하지 않아 새로운 종으로 진화하였다.

↳ 긴 목을 가진 기린과 짧은 목을 가진 기린은 생식적으로 격리되었다.

알짜풀이 (가)에서 긴 목을 가진 기린이 높은 나무의 잎을 따 먹기에 유리하여 살아남게 되었다는 것은 자연 선택에 해당한다. (나)에서 긴 목을 가진 기린이 짧은 목을 가진 기린과 교배하지 않았다는 것은 생식적 격리를 의미한다. **답 ④**

18 알짜풀이 한 가지 요인으로는 생물 진화의 원인을 설명할 수 없어 오늘날 진화를 설명하는 데는 격리, 돌연변이, 자연 선택 등이 모두 이용된다.

오답탐기 나. 획득 형질은 유전되지 않으므로 오늘날 진화를 설명하는 데 이용되지 않는다. **답 ④**

19 알짜풀이 두 생물의 아미노산에 차이가 많을수록 오래 전에 다른 종으로 갈라진 것이며, 차이가 적을수록 가까운 시기에 갈라진 것이다. **답 ③**

20 알짜풀이 최근에 생물을 구성하는 유전자나 단백질의 특성이 밝혀지고 이들을 분석함으로써 진화의 새로운 증거가 되고 있다. **답 ④**

21 알짜풀이 낫 모양 적혈구 빈혈증은 돌연변이로 나타났으며, 자연 선택되어 자손에게 유전된다. 따라서 돌연변이와 자연 선택으로 진화 과정을 설명한다. **답 ③**

22 알짜풀이 생물의 유전 정보는 DNA에 있으며, 최근에는 DNA를 비교하여 생물들이 언제 공통 조상으로부터 갈라져 진화했는지를 정교하게 추정하고 있다.

모범답안 침팬지 - 긴팔원숭이 - 붉은털원숭이, 진화적으로 가까울수록 DNA의 구성도 비슷하기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 이유 또는 순서 중 하나만 바르게 쓴 경우	50 %

23 모범답안 (라) - (다) - (가) - (나), 변이의 원인을 설명하지 못하였고, 개체 변이는 유전되지 않는다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 자연 선택설의 비판점을 바르게 설명한 경우	60 %
③ 진화 과정을 순서대로 바르게 나열한 경우	40 %

24 모범답안 돌연변이설, 돌연변이 결과 나타난 형질이 자손에게 유전되어 진화가 일어난다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 돌연변이설에 대해 바르게 설명한 경우	60 %
③ 돌연변이설이라고만 쓴 경우	30 %

우공비 BOX

쉽게 쉽게

오늘날에는 발전된 유전학 지식을 기반으로 돌연변이, 자연 선택, 격리 등의 기작을 종합하여 진화의 원리를 설명하고 있어요.

보충 설명

낫 모양 적혈구의 자연 선택
낫 모양 적혈구는 말라리아의 번식을 막는 특성이 있어요. 따라서 낫 모양 적혈구는 심각한 빈혈을 일으키지만 아프리카와 같이 말라리아가 많이 발생하는 곳에서는 오히려 생존에 유리하기 때문에 낫 모양 적혈구를 가지는 사람이 다른 지역에 비해 더 많이 나타나요.

보충 설명

진핵생물
핵막으로 싸여 있는 핵을 가진 진핵세포로 이루어진 생물을 통틀어 진핵생물이라고 해요. 원핵생물, 식물, 균류, 동물은 모두 진핵생물에 해당해요.

07 생물의 분류

• 본책 91, 93쪽

개념 확인하기

01 분류 **02** (1) 인 (2) 인 (3) 자 (4) 자 **03** (1) ○ (2) × (3) ○ **04** ㉠ 속 ㉡ 목 ㉢ 계 **05** (1) 계통수 (2) D **06** 식물계, 동물계

07 (1) A : 원핵생물계, B : 원생생물계, C : 균계 (2) A **08** (1) - ㉠ (2) - ㉢ (3) - ㉡ (4) - ㉠ (5) - ㉢ **09** (1) □ (2) ㉠ (3) □ (4) ㉠ (5) ㉡ (6) □ (7) ㉢ (8) ㉡ **10** (1) × (2) ○ (3) ○

02 인위 분류는 사람의 편의에 의한 분류로 식용, 약용 여부나 서식지를 기준으로 생물을 나누는 것을 말한다. 자연 분류는 생물 고유의 특징을 기준으로 나누는 것으로 새끼를 낳는 것(태생)과 알을 낳는 것(난생), 척추의 유무 등이 기준이 된다.

03 (1) 좋은 생물 분류의 기본이 되는 단계로, 생물학적 종과 형태학적 종으로 구분된다.
(2) 호랑이와 사자 사이에 태어난 새끼는 생식 능력이 없다. 따라서 호랑이와 사자는 같은 종이 아니다.
(3) 말과 당나귀 사이에 태어나는 노새는 생식 능력이 없으므로 말과 당나귀는 같은 종이 아니다.

07 (1) A는 원핵생물계, B는 원생생물계, C는 균계이다.
(2) 가장 원시적인 형태의 생물 무리는 계통수의 가장 아래쪽에 위치하는 생물 무리인 원핵생물계이다.

08 (1) 원핵생물계는 원핵세포로 이루어진 생물 무리이다.
(2) 진핵세포로 이루어진 생물 중 균계, 식물계, 동물계에 속하지 않는 생물들을 원생생물계로 분류한다. 따라서 원생생물계에 속하는 생물은 그 종류가 매우 다양하다.
(3) 식물계는 세포벽과 엽록체가 있는 다세포 생물 무리이다. 엽록체가 있으므로 스스로 양분을 합성할 수 있다.
(4) 균계는 엽록체가 없어서 스스로 에너지를 낼 수 없으므로 다른 생물을 분해하여 에너지를 얻는다.
(5) 동물계는 운동 기관을 이용하여 이동하며, 다른 생물을 섭취하여 에너지를 얻는다.

우공비 특별한비법 자료분석

• 본책 94~95쪽

01 ② **02** (가) 원핵생물계 (나) 원생생물계 (다) 식물계 (라) 균계 (마) 동물계 **03** ③ **04** ① **05** ② **06** ④ **07** ④ **08** (1) 양치식물 (2) 쌍떡잎식물 (3) 어류 (4) 파충류

01 알짜풀이 5계 분류 체계에서는 생물을 원핵생물계, 원생생물계, 균계, 식물계, 동물계의 5계로 분류한다. 진핵생물계는 따로 구분되지 않으며, 원핵생물계 외에는 모두 진핵세포로 이루어진 생물이다. **답 ②**

우공비 BOX

조심조심

핵이 있는 진핵세포로 이루어진 생물 중 단세포 생물만이 원생생물계에 속하는 것은 아니에요. 다세포 생물 중 해감과 같은 생물들도 원생생물계에 속한답니다. 따라서 진핵생물 중 균계, 식물계, 동물계에 속하지 않으면 모두 원생생물계라고 기억하는 것이 좋아요.

보충 설명

포자

포자는 단단한 막에 둘러싸여 쉽게 건조되지 않고, 종자와 달리 저장된 양분이 매우 적어요. 습한 곳에서 싹이 나와 새로운 개체로 자라요.

보충 설명

생물 분류 체계의 변화 과정
과학이 발달함에 따라 생물 분류의 체계는 계속 변해왔어요. 18세기 린네는 식물계와 동물계로 나누었고, 19세기 헤켈은 식물계와 동물계에 속하지 않는 생물을 원생생물계로 분류했어요. 5계 분류는 20세기 휘터커에 의한 분류 체계입니다.

02 알파필이 핵이 없는 원핵세포로 이루어진 생물인 (가)는 원핵생물계에 해당한다. 핵이 있는 진핵세포로 이루어진 생물 중 단/다세포인 (나)는 원생생물계에 해당하고, 다세포 생물 중 광합성을 하는 (다)는 식물계, 세포벽이 있고 광합성을 하지 않는 (라)는 균계에 해당한다. 세포벽이 없고 광합성을 하지 않는 (마)는 동물계이다.

답 (가) 원핵생물계 (나) 원생생물계 (다) 식물계 (라) 균계 (마) 동물계

03 알파필이 원핵세포는 핵이 없으며, 막으로 싸인 세포 소기관이 발달하지 않는다. 반면, 진핵세포는 핵이 있으며, 막으로 싸인 세포 소기관이 발달한다. 답 ③

04 알파필이 아메바와 짚신벌레는 원생생물계에 속하지만, 광합성을 하지 않는다. 고사리는 식물계, 불가사리는 동물계에 속한다. 답 ①

05 알파필이 균계에 속하는 생물은 주로 포자로 번식하며, 엽록체가 없어 광합성을 하지 못한다. 답 ②

06 알파필이 고사리, 잣나무, 우산이끼는 식물계에, 미역과 다시마는 원생생물계에 포함되는 생물이다. 답 ④

07 알파필이 (가)는 균계, (나)는 원핵생물계, (다)는 동물계, (라)는 식물계, (마)는 원생생물계에 속하는 생물이다. 식물계에 속하는 생물들은 세포에 세포벽이 있다. 답 ④

08 알파필이 (1) 고사리는 식물의 검색표에서 $A_2 \rightarrow B_1$ 에 해당하므로 (2) 양치식물이다.

(2) 장미는 식물의 검색표에서 $A_2 \rightarrow B_2 \rightarrow C_2 \rightarrow D_2$ 에 해당하므로 (5) 쌍떡잎식물이다.

(3) 송어는 동물의 검색표에서 $A_2 \rightarrow B_1$ 에 해당하므로 (2) 어류이다.

(4) 거북은 동물의 검색표에서 $A_2 \rightarrow B_3 \rightarrow C_1$ 에 해당하므로

(4) 파충류이다.

답 (1) 양치식물 (2) 쌍떡잎식물 (3) 어류 (4) 파충류

중 단 원 별 실력올리기

• 본책 96~97쪽

01 ⑤ 02 유연관계 03 ①, ② 04 ① 05 ④ 06 ④
07 원핵생물계 08 ③ 09 ① 10 ④ 11 ③
12 ⑤ 13 해설 참조 14 해설 참조

01 알파필이 ⑤ 공통점이 많은 생물일수록 가까운 관계의 생물이므로 더 작은 무리로 묶을 수 있다.

오답탐기 ① 생물을 분류할 때는 객관적인 기준에 따라 생물을 무리로 묶어 나누어야 한다. 객관적이지 못한 기준으로 생물을 나누면 각 생물에 대한 내용을 찾기 어렵다.

② 생물을 체계적으로 분류하면 생물이 어떤 무리에 속하는지와 함께 생물에 대한 자료도 쉽게 구할 수 있다.

③, ④ 공통점이 많은 생물일수록 생태적·진화적으로 가까우므로, 생물 분류를 통해 유연관계를 확인할 수 있다. 답 ⑤

02 알파필이 서로 다른 두 생물이 진화적으로 얼마나 가까운지를 나타내는 관계를 유연관계라고 한다. 답 유연관계

03 알파필이 ①, ② 인위 분류는 인간의 편의에 의해 생물을 분류하는 것을 의미한다. 서식지나 먹이, 인간의 활용 여부 등으로 분류하는 것이 인위 분류이다. 따라서 육식 동물과 초식 동물로 분류하는 것이나 수중 생물과 육상 생물로 분류하는 것은 인위 분류에 의한 분류이다.

오답탐기 ③ 척추동물과 무척추동물로 생물을 분류하는 것은 척추의 유무에 의한 자연 분류이다.

④ 식물은 종자식물과 포자식물로 분류할 수 있다. 종자식물에는 겉씨식물과 속씨식물이 있으며, 포자식물의 예로는 선태식물과 양치식물이 있다.

⑤ 호흡 기관의 발달도 자연 분류의 방법이다. 포유류와 조류는 폐로 호흡하지만 어류는 아가미로 호흡한다. 답 ①, ②

04 알파필이 생물을 분류하는 가장 작은 단위는 종이다. 생물학적 종의 개념에서는 교배하여 생식 능력이 있는 자손을 낳을 수 있는 무리를 종이라고 정의한다. 답 ①

05 알파필이 ④ 비슷한 속을 묶어 과가 되므로 같은 과에는 다양한 속이 포함될 수 있다.

오답탐기 ① 분류 단계 중 가장 많은 종을 포함하는 최상위 단계는 계이다. 따라서 계 > 문 > 강 > 목 > 과 > 속 > 종의 단계 중 강은 목보다 상위 분류 단계에 해당한다.

② 비슷한 종을 묶은 상위 단계는 속이다.

③ 생물 분류의 가장 큰 단위는 계이다. 5계 분류에서는 생물을 원핵생물계, 원생생물계, 균계, 식물계, 동물계로 나눈다.

⑤ 문이 강보다 더 넓은 범위의 단계이므로, 포유강보다 척삭동물문에 더 많은 동물이 포함된다. 답 ④

06 알파필이 ㄱ. 생물 분류의 체계는 2계 → 3계 → 5계로 변화해 왔다. 5계에는 원핵생물계, 원생생물계, 식물계, 균계, 동물계가 속한다.

ㄴ. 3계 분류에서는 식물계 또는 동물계에 속하지 않는 생물을 원생생물계로 분류하였다.

오답탐기 ㄷ. 5계 중 가장 원시적인 형태는 원핵생물계이다.

답 ④

07 알파필이 대장균, 포도상구균과 같은 세균은 원핵세포로 이루어진 원핵생물계의 생물들이다. 원핵세포는 핵막이 없어 유전 물질이 세포질에 퍼져 있는 세포이다. 원핵생물계의 생물들은 단세포 생물이며, 주로 분열법으로 번식한다. 답 원핵생물계

08 알파필이 ③ 식물계는 엽록체를 가지고 있어 광합성을 할 수 있는 생물들의 무리이다. 식물계의 생물들은 스스로 양분을 합성하여 살아간다.

오답탐기 ① 동물계에는 척추동물, 무척추동물이 모두 속하며 운동 기관으로 이동하여 먹이를 섭취한다.

② 원생생물계는 진핵세포로 구성된 생물 중 식물계, 동물계, 균계 중 어디에도 속하지 않는 생물을 모아 놓은 무리이다.

④ 균계는 광합성을 하지 않고 몸이 균사로 이루어진 생물 무리로, 대부분 다세포 생물이지만 예외적으로 효모는 단세포이다.

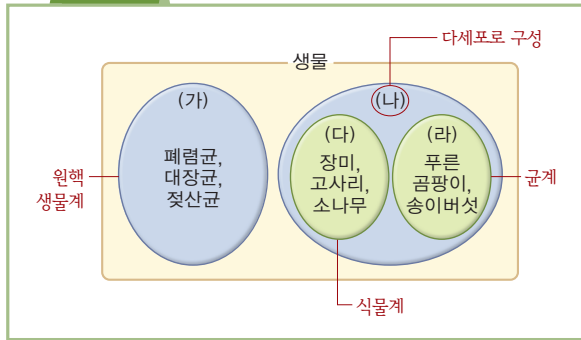
⑤ 원핵생물계는 핵이 없는 원핵세포로 구성된다. 답 ③

09 알짜풀이 핵은 유산균(원핵생물계)에 없으며, 엽록체는 느티나무(식물계)에만 있다. 세포벽은 유산균(원핵생물계), 버섯(균계), 느티나무(식물계)에 있다. **답 ①**

10 알짜풀이 ④ 느티나무는 식물계에 속하는 생물이므로, 광합성을 하여 스스로 양분을 합성한다.

오답탐기 ① 버섯은 다세포 진핵생물이다. **답 ④**

11 자료 분석하기



알짜풀이 (다)는 식물계로 장미, 소나무는 종자(씨)로 번식하며, 고사리는 포자로 번식한다. **답 ③**

12 알짜풀이 ⑤ 생물이 가진 고유한 특성을 기준으로 진화계통을 따라 분류하는 방식을 자연 분류라고 한다.

오답탐기 ①, ② 분류의 가장 하위 단계는 종이다. 같은 종의 생물들은 모두 같은 속에 속한다. 비슷한 무리의 여러 종을 하나의 속으로 묶으므로 같은 속이라고 해서 모두 같은 종이 되는 것은 아니다.

③ 개과와 고양이과는 모두 식육목에 속하는 하위 단계이다.

④ 개와 늑대는 모두 개속에 속하지만 여우는 여우속에 속하므로 개는 여우보다 늑대와 진화적으로 더 가깝다. **답 ⑤**

13 알짜풀이 교배하여 생식 능력이 있는 자손을 낳을 수 있는 무리를 종이라고 한다.

모범답안 교배하여 생식 능력이 있는 자손을 낳을 수 있는 생물 무리를 같은 종으로 분류하는데 말과 당나귀 사이에서 태어난 노새는 생식 능력이 없기 때문에 서로 다른 종으로 분류한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 노새는 생식 능력이 없다고만 설명한 경우	50 %

14 알짜풀이 (가)는 식물계로 엽록체를 갖고 있으며, (나)는 엽록체를 갖고 있지 않다. 세균은 원핵생물계, 버섯과 곰팡이는 균계, 지렁이는 동물계에 속하는 생물이다.

모범답안 (가)는 엽록체를 갖고 있으며, (나)는 엽록체를 갖고 있지 않다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 엽록체의 유무로 분류한다고만 설명한 경우	30 %

우공비 BOX

용어알기

식육목

척추동물의 포유강의 한 목을 이루는 동물군으로, 육식을 해오 살아 있는 동물을 잡기에 알맞게 감각 기관이 발달해 있으며,

보충 설명

형태학적 종

과거에는 종을 나눌 때 생물의 외부 형태와 구조를 기준으로 표준 종을 정하고, 그와 유사한 특징을 가지는 개체들을 하나의 종으로 분류하였어요. 하지만 같은 종이라도 발생 단계나 암수에 따라 형태에 차이가 있어 형태만으로는 종을 정확하게 구분하기 어려워요.

보충 설명

중간 유전의 예

중간 유전은 분꽃의 꽃 색깔 외에도 금어초의 꽃 색깔, 팔로미노말의 털 색깔, 사람앵무의 털 색깔, 둥근잎 나팔꽃의 꽃 색깔 등에서 나타나요.

대 단 원 별

단원정리하기

• 본책 98~99쪽

- ① 순종 ② 열성 ③ 분리 ④ 독립 ⑤ 가계도 ⑥ 상염색체 ⑦ 복대립 ⑧ X 염색체 ⑨ 한성 유전 ⑩ 진화 ⑪ 화석상 ⑫ 융불용설 ⑬ 획득 형질 ⑭ 적자 생존 ⑮ 돌연변이설 ⑯ 격리설 ⑰ 종 ⑱ 원핵생물계 ⑲ 균계

단원평가하기

• 본책 100~103쪽

- 01 ③ 02 ① 03 ② 04 ④ 05 ④ 06 ②
07 ④ 08 ① 09 ② 10 ④ 11 ⑤ 12 ④
13 ② 14 ④ 15 ⑤ 16 ① 17 ② 18 ③ 19 ③
20 해설 참조 21 해설 참조 22 동글고 황색 : 동글고 초록색 : 주름지고 황색 : 주름지고 초록색 = 1 : 1 : 1 : 1
23 50 % 24 (나), (다) 25 해설 참조 26 해설 참조
27 종, 속, 과, 목, 강, 문, 계 28 해설 참조

01 알짜풀이 멘델 법칙이 성립하기 위해서는 형질을 결정하는데 한 쌍의 유전 인자가 관여하고, 각각의 유전 인자는 생식세포를 형성할 때 분리되어 서로 다른 생식세포로 들어가야 한다. 또한 서로 다른 인자가 쌍을 이루면 하나의 인자만 표현된다. **답 ③**

02 알짜풀이 멘델의 유전 법칙이 성공한 이유는 순종의 완두를 얻었기 때문이다. 순종의 완두를 얻기 위해서 계속해서 자화 수분을 실시하였고, 서로 다른 형질을 가진 순종의 완두를 교배하여 유전 법칙을 알아냈다. **답 ①**

03 알짜풀이 ② 순종의 둥근 완두 A와 순종의 주름진 완두 B를 교배하면 잡종 1대에 모두 둥근 완두만이 나온다. 잡종 1대의 둥근 완두 C는 잡종이다. 따라서 완두 A와 C의 유전자형은 다르다.

오답탐기 ④ 잡종 1대에 둥근 완두만 나오는 이유는 둥근 형질이 주름진 형질에 대해 우성이기 때문이다.

⑤ 잡종 1대에 둥근 완두만 나타난 것을 통해 우성과 열성을 확인할 수 있다. **답 ②**

04 알짜풀이 잡종의 둥근 완두 C를 자가 수분시키면 둥근 완두 : 주름진 완두 = 3 : 1로 나온다. 따라서 200개의 완두 중 150개가 둥근 완두이다. **답 ④**

05 알짜풀이 ④ 순종의 붉은색 분꽃과 순종의 흰색 분꽃을 교배하였을 때 잡종 1대에 분홍색 분꽃만 나온 것은 분꽃의 색깔 유전이 중간 유전이기 때문이다. 중간 유전에서는 표현형의 분리비와 유전자형의 분리비가 일치한다.

오답탐기 ① 잡종 1대에서는 어버이의 중간 형질만 나타난다. ②, ③ 중간 유전은 우열 관계가 명확하지 않으므로 멘델의 우열 관계에 대한 설명에 어긋난다.

⑤ 잡종 2대에서 표현형의 분리비는 붉은색 : 분홍색 : 흰색 = 1 : 2 : 1로 나타난다. **답 ④**

06 알짜풀이 ② 사람은 인위적으로 교배하는 것이 불가능하므로 교배 실험을 하기 어렵다.

오답نب기 ① 염색체의 모양과 크기, 수 등을 조사하는 염색체 분석으로 사람의 유전을 연구할 수 있다.

③ 특정한 형질이 나타나는 집안의 가계도를 작성하면 특정 형질의 유전 원리를 연구할 수 있다.

④, ⑤ 통계 조사나 쌍둥이 조사는 사람의 유전 형질을 연구하는 데 주로 이용되는 방법이다. **답 ②**

07 알짜풀이 미맹 유전자는 정상에 대해 열성이다. (가)는 아들이 미맹이므로 미맹 유전자를 가지고 있는 것이 확실하고, (라)는 미맹인 딸이 있으므로 미맹 유전자를 가진 것이 확실하다. 또한 아버지가 미맹인 (마)와 (바)도 미맹 유전자를 가지고 있다. **답 ④**

08 알짜풀이 ① A형인 영희 어머니는 영희에게 유전자 O를 주었으므로 유전자형이 AO이다.

오답نب기 ② A형인 철수 아버지는 철수에게 유전자 A를 주었고, 철수 형에게 유전자 O를 주었으므로 유전자형이 AO이다. 따라서 잡종이다.

③ 철수 형은 어머니에게 유전자 B를 받고 아버지에게 유전자 O를 받아 유전자형이 BO가 된다.

④ 영희는 어머니에게서 유전자 O를 받는다.

⑤ 철수 아버지의 유전자형은 AO, 철수 어머니의 유전자형은 BO이므로 철수 부모님은 모두 유전자 O를 갖는다. **답 ①**

09 알짜풀이 철수의 유전자형은 AO이고 영희의 유전자형은 BO이므로, 철수와 영희 사이에 O형인 자녀가 태어날 확률은 25%이다. **답 ②**

10 알짜풀이 ④ 색맹 유전자는 X 염색체에 존재한다. 영희의 아버지는 딸에게 색맹 유전자가 포함된 X 염색체를 물려주므로, 영희의 여동생은 반드시 색맹 유전자를 갖는다.

오답نب기 ① 색맹인 (가)에게서 색맹 유전자를 받는 두 딸과 영희의 어머니, 아들이 색맹인 영희의 외할머니는 반드시 색맹 유전자를 가진다. 따라서 확실히 보인자인 사람은 4명이다.

② 영희의 색맹 유전자는 어머니로부터 받은 것이다. 따라서 영희의 색맹 유전자는 할머니(가)로부터 받은 것은 아니다.

③ (나)는 정상이므로 색맹 유전자를 갖고 있지 않다.

⑤ (다)는 색맹 유전자를 갖는 보인자이다. 따라서 정상 남자와 결혼하면 정상 아들(XY), 색맹 아들(X'Y), 정상 딸(XX), 보인자 딸(XX')을 낳을 수 있다. 따라서 색맹인 자녀가 태어날 확률은 25%이다. **답 ④**

11 알짜풀이 ⑤ 혀말기 가능 유전자가 혀말기 불가능 유전자에 대해 우성이므로 혀말기가 불가능한 사람의 유전자형은 항상 순종이다.

오답نب기 ① 미맹은 상염색체 열성 유전 현상이다. 따라서 정상 부모 사이에서 미맹인 자녀가 태어날 수 있다.

② 다지증은 상염색체 우성 유전 현상의 예이다.

③, ④ ABO식 혈액형 유전은 3개 이상의 대립 유전자가 관여하는 복대립 유전이면서 공동 우성이다. 따라서 멘델의 유전 원리에 어긋난다. **답 ⑤**

우공비 BOX

필수 자료

비교 해부학상의 증거

- 상동 기관 : 발생 기원은 같으나 형태와 기능이 다른 기관
- 상사 기관 : 발생 기원은 다르나 형태와 기능이 비슷하게 변한 기관
- 흔적 기관 : 퇴화하여 사라진 기관

보충 설명

유전자형이 AO와 BO인 부부 사이에는 AB, AO, BO, OO의 유전자형을 갖는 자녀가 태어날 수 있어요. 따라서 A형, B형, AB형, O형의 혈액형을 갖는 자녀가 태어날 확률이 각각 25%가 됩니다.

용어알기

- 복대립 유전 : 대립 유전자가 3개 이상인 유전 현상
- 공동 우성 : 우성과 열성의 구분이 없이 두 유전자에 의한 형질이 공동으로 발현되는 유전 현상

12 알짜풀이 화석은 과거 생물의 유해나 흔적이 굳어져 남은 것으로 화석을 연구하면 생물의 진화 방향을 알 수 있다. 말의 어금니가 커지고 표면 주름이 많아진 것은 말이 초원의 풀을 뜯어먹기 좋은 방향으로 진화하였기 때문이다. **답 ④**

13 알짜풀이 선인장의 가시(가)와 완두의 덩굴손(나)은 모두 잎이 변형된 것이다. 따라서 발생 기원은 서로 같지만 환경에 적응하여 형태와 기능이 달라진 상동 기관이다. 상동 기관은 비교 해부학상의 증거에 해당한다. **답 ②**

14 알짜풀이 ④ 목이 짧은 기린과 목이 긴 기린 중 환경에 적응한 개체만 살아남아 자손을 낳게 되어 진화가 일어났다는 진화설은 자연 선택설이다. 자연 선택설은 개체 변이의 유전을 주장하여 비판받고 있다.

오답نب기 ② 생물이 어떤 환경에서도 변하지 않는다면 진화는 일어날 수 없다.

⑤ 획득 형질의 유전을 주장한 진화설은 용불용설이다. **답 ④**

15 알짜풀이 돌연변이는 대부분 환경에 불리한 방향으로 나타나지만, 돌연변이 개체가 더 잘 적응할 수 있도록 환경이 변하면 돌연변이 개체가 살아남아 진화가 일어날 수 있다. 이는 더프리스의 돌연변이설에 대한 설명이다. **답 ⑤**

16 알짜풀이 캥거루와 오리너구리는 오스트레일리아에서만 발견되는 종이다. 오스트레일리아에만 고유종이 발견되는 것은 대륙의 이동으로 인해 지리적으로 격리되었기 때문이다. 격리에 의해 종이 분화되었다는 진화설은 격리설이다. **답 ①**

17 알짜풀이 5계 분류에 의해 생물을 분류하면 원핵생물계, 원생생물계, 균계, 식물계, 동물계로 나눌 수 있다.

② 동물계의 생물은 다세포 진핵생물이다. 동물계의 생물을 구성하는 세포는 엽록체와 세포벽이 없다. 엽록체가 없으므로 광합성을 할 수 없어 스스로 양분을 합성하지 못하고, 음식을 섭취하여 영양분을 얻는다.

오답نب기 ① 균계의 생물은 엽록체가 없어 광합성을 할 수 없다. 따라서 다른 생물을 분해하여 양분을 얻는다.

③ 소나무와 이끼는 식물계, 버섯은 균계에 해당한다.

④ 원생생물계의 생물 중에는 단세포 생물이 많지만, 다세포 생물도 포함된다. 진핵세포로 구성된 생물 중 균계, 식물계, 동물계에 해당하지 않는 생물을 원생생물계로 분류한다.

⑤ 원핵세포는 막으로 구분되는 핵이 없는 세포이다. **답 ②**

18 알짜풀이 해감, 다시마, 미역, 유글레나, 아메바, 짚신벌레는 모두 원생생물계에 속하는 생물이다.

③ 원생생물계의 생물들은 모두 진핵세포로 구성된다.

오답نب기 ① 아메바와 짚신벌레는 엽록체가 없고, 해감, 다시마, 미역, 유글레나는 엽록체가 있다.

② 해감, 다시마, 미역은 다세포 생물이지만, 아메바, 짚신벌레, 유글레나는 단세포 생물이다.

④ 아메바, 짚신벌레, 유글레나는 운동성이 있고, 해감, 다시마, 미역은 운동성이 없다.

⑤ 식물계의 생물은 뿌리, 줄기 잎과 같은 기관이 발달했다. **답 ③**

19 [알짜풀이] 식물계와 균계의 생물들은 모두 핵이 있고 세포 벽이 있는 세포로 구성된 다세포 생물이다.

[오답탐기] 나. 식물계만 엽록체를 가지고 있다. **[답]** ③

20 [모범답안] 순종은 한 형질을 결정하는 유전자 구성이 같은 개체이고, 잡종은 한 형질을 결정하는 유전자 구성이 다른 개체이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	5점
② 순종과 잡종 중 하나에 대해서만 바르게 설명한 경우	2점

21 [모범답안] 황색 완두, 대립 형질을 가진 순종의 개체끼리 교배했을 때 잡종 1대에서 나타나는 형질이 우성이기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	6점
② 잡종 1대에는 우성 형질만 나타난다고 설명한 경우	3점

22 [알짜풀이] 잡종 1대의 완두의 유전자형에서 순종은 rryy 이므로 잡종 2대는 둥글고 황색 : 둥글고 초록색 : 주름지고 황색 : 주름지고 초록색 = 1 : 1 : 1 : 1이 된다.

[답] 둥글고 황색 : 둥글고 초록색 : 주름지고 황색 : 주름지고 초록색 = 1 : 1 : 1 : 1

23 [알짜풀이] (나)의 아버지가 색맹이고 어머니가 보인자이므로 딸인 (나)가 색맹일 확률은 50 %이다. **[답]** 50 %

24 [알짜풀이] 색맹인 아버지의 X 염색체는 반드시 딸에게 유전된다. **[답]** (나), (다)

25 [모범답안] 흔적 기관, 생물의 기관은 용도가 없어지면 없어지거나 흔적만 남기도 한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	5점
② 흔적 기관이라고만 쓴 경우	2점

26 [모범답안] 다윈, 생존 경쟁에서 환경 적응에 유리한 개체가 살아남아 자손을 남기게 되고, 이와 같은 과정이 반복되어 새로운 종으로 진화한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	5점
② 자연 선택설의 내용만 바르게 설명한 경우	3점
③ 다윈이라고만 쓴 경우	2점

27 [알짜풀이] 분류 단계 중 종이 가장 작은 기본 단계이고, 계가 가장 큰 단계이다. **[답]** 종, 속, 과, 목, 강, 문, 계

28 [모범답안] 몸이 진핵세포로 구성된다. 운동 기관이 있어 이동할 수 있다. 엽록체가 없어 광합성을 할 수 없다. 특정 기능을 담당하는 기관계가 발달해 있다. 세포벽이 없다. 중 두 가지

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	6점
② 동물계의 특징을 한 가지만 정확하게 설명한 경우	3점

우공비 BOX

보충 설명

- 순종 : 한 형질을 나타내는 유전자 구성이 같은 개체로, 대립 유전자가 같아요, 호모 또는 동형 접합이라고도 해요.
- 잡종 : 한 형질을 나타내는 유전자 구성이 다른 개체로, 대립 유전자가 서로 달라요. 헤테로 또는 이형 접합이라고도 해요.

보충 설명

잡종 1대의 유전자형

생식 세포	Ry	ry
rY	RrYy	rrYy
ry	Rryy	rryy

이 중 순종은 rryy뿐이에요.

보충 설명

일반적으로 방위각은 북점을 기준으로 시계 방향으로 측정해요.

조심조심

- 계절에 따른 별자리의 이동 : 지구의 공전 때문
- 하루 동안의 별자리의 이동 : 지구의 자전 때문

보충 설명

동물계의 분류

동물계에 해당하는 생물은 몸의 대칭성, 원구와 입의 관계 등의 기준에 따라 해면동물, 자포동물, 편형동물, 환형동물, 연체동물, 선형동물, 절지동물, 극피동물, 척삭동물로 분류해요.

VII. 외권과 우주 개발

08 별의 성질(1)

• 본책 107, 109쪽

개념 확인하기

- 01** (1) A, 천정 (2) B, 천구 북극 (3) C, 북점 (4) D, 천저
02 방위각 : 230°, 고도 : 60° **03** (1) A : 작은곰자리, B : 큰곰자리, C : 카시오페아자리, D : 세페우스자리 (2) A (3) B **04** (1) 겨울 (2) 여름 (3) 가을 (4) 봄 **05** (1) ① 1° ② 동 → 서 ③ 공전 (2) ① 15° ② 동 → 서 ③ 자전
06 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × **07** (1) 연주 시차 (2) 커진다. (3) 5 pc **08** (1) 2 pc (2) 10 pc **09** (1) 0.1" (2) 10 pc **10** (1) ② (2) ① (3) ②

• **02** 북점을 기준으로 지평선을 따라 시계 방향으로 측정한 천체까지의 각도를 방위각이라 하며, 지평선에서 천체까지의 높이를 측정한 각도를 고도라고 한다. 지평 좌표계로 천체의 위치를 표시할 때 방위각과 고도는 관측 위치와 시각에 따라 달라지므로, 반드시 이 두 가지 요소와 함께 표시한다. 천체 S의 방위각은 180° + 50° = 230°이고, 고도는 60°이다.

03 북쪽 하늘의 별자리에는 큰곰자리, 작은곰자리, 세페우스자리, 카시오페아자리 등이 있다. 북극성은 작은곰자리(A)에 속한 별이고, 북두칠성을 포함한 별자리는 큰곰자리(B)이다.

• **05** 계절에 따른 별자리의 이동은 지구의 공전 때문에 일어나는 현상으로, 하루에 약 1°씩 이동한다. 또, 하룻밤 동안 별자리의 이동은 지구의 자전 때문에 일어나는 현상으로, 1시간에 15°씩 이동한다. 이때 별자리의 이동 방향은 모두 동 → 서이다.

07 별까지의 거리가 멀어지면 연주 시차는 작아지고, 별까지의 거리가 가까워지면 연주 시차는 커진다. 즉, 연주 시차는 별까지의 거리에 반비례하므로 연주 시차가 0.2"인 별 S까지의 거리 = $\frac{1}{0.2} = 5$ pc이다.

10 연주 시차가 1"인 별까지의 거리를 1 pc, 빛이 1년 동안 가는 거리를 1광년이라고 한다. 1 천문단위(AU)는 지구에서 태양까지의 거리인데, 천문단위는 태양계 내 천체까지의 거리를 나타낼 때 주로 사용한다.

우공비 특별한비법 자료분석

• 본책 110쪽

- 01** (1) 커진다. (2) 커진다. (3) 반비례 **02** ① **03** (1) 0.4" (2) 작아진다. **04** ④

01 [알짜풀이] 관측하는 물체까지의 거리가 멀수록 연주 시차는 작아진다. 즉, 시차와 거리는 반비례한다.

[답] (1) 커진다. (2) 커진다. (3) 반비례

02 알짜풀이 위 실험을 별의 연주 시차가 나타나는 원리와 연관시키면 두 눈은 공전 궤도의 양 끝에 위치한 지구에 해당한다. ㉠ ①

03 알짜풀이 시차가 0.8"이므로 연주 시차는 시차의 $\frac{1}{2}$ 인 0.4"이다. 별의 거리와 연주 시차는 반비례하므로 별의 거리가 멀어질수록 연주 시차는 작아진다. ㉠ (1) 0.4" (2) 작아진다.

04 알짜풀이 연주 시차는 "(초) 단위의 매우 작은 값이므로 별까지의 거리가 멀면 연주 시차가 너무 작아져서 측정하기가 어렵다. ㉠ ④

우공비 특별한비법 자료 분석

• 본책 111쪽

01 B-A-C 02 2 pc 03 ③ 04 ④ 05 ③

01 알짜풀이 연주 시차가 1"인 별까지의 거리를 1 pc이라고 한다. 연주 시차는 별까지의 거리에 반비례하므로 연주 시차가 0.05"인 별 A까지의 거리 = $\frac{1}{0.05} = 20$ pc이고, 0.02"인 별 B까지의 거리 = $\frac{1}{0.02} = 50$ pc, 0.76"인 별 C까지의 거리 = $\frac{1}{0.76} \approx 1.3$ pc이다. 따라서 지구로부터 멀리 있는 순서는 B-A-C 순이다. ㉠ B-A-C

02 알짜풀이 $\frac{1}{\text{연주 시차(")}} = \text{거리(pc)}$ 이므로 별 S까지의 거리 = $\frac{1}{0.5''} = 2$ pc이다. ㉠ 2 pc

03 알짜풀이 연주 시차는 별까지의 거리에 반비례하므로 거리가 2배 멀어지면 연주 시차는 $\frac{1}{2}$ 배가 된다. 따라서 0.5"의 절반인 0.25"가 된다. ㉠ ③

04 알짜풀이 별 A는 6개월 동안 천구 상에서 0.22" + 0.18" = 0.4"만큼 이동하였으므로 시차는 0.4"이다. 연주 시차는 시차의 절반이므로 0.2"이고 거리는 $\frac{1}{0.2''} = 5$ (pc)이다. ㉠ ④

05 알짜풀이 별까지의 거리는 매우 멀기 때문에 별의 거리를 나타내는 단위를 따로 사용한다. 연주 시차가 1"인 별까지의 거리를 1 pc, 빛이 1년 동안 가는 거리를 1광년이라고 한다. 1 천문단위(AU)는 지구에서 태양까지의 거리인 1억 5천만 km이다. 1 pc은 약 3.26광년이므로 32.6광년은 10 pc이다. ㉠ ③

중 단 원 별 실력올리기

• 본책 112~115쪽

- 01 ⑤ 02 ④ 03 ④ 04 ④ 05 ⑤ 06 ③
07 ④ 08 ① 09 ⑤ 10 ① 11 ③ 12 ④
13 ② 14 ③ 15 ② 16 ② 17 ③ 18 ② 19 ②
20 ④ 21 ③ 22 ③ 23 해설 참조 24 해설 참조
25 해설 참조

우공비 BOX

용어알기

시차

관측자의 위치가 변함에 따라 배경을 기준으로 물체의 위치가 바뀌어 보이는 각으로, 먼 곳에 있는 물체일수록 시차가 작아요.

보충 설명

천구에서 관측자의 위치에 따라서 변하는 것에는 천정, 천저, 지평선, 북점, 남점이 있고, 변하지 않는 것에는 천구 북극, 천구 남극이 있어요.

보충 설명

1 pc은 연주 시차가 1"인 별까지의 거리로, 1 pc = 3.26광년 = 206,265 AU와 같은 식으로 간단히 암기하고 있죠? 그런데 화성에서 별의 연주 시차를 측정했을 때 그 값이 1"이면 역시 3.26광년일까요? 사실 그렇지 않습니다. 별의 연주 시차를 측정하는 행성의 공전 궤도 반지름이 길어질수록 1 pc에 해당하는 길로도 달라지게 돼요. 이것은 시차의 정의를 곰곰히 생각해 본다면 쉽게 이해할 수 있어요. 화성의 공전 궤도 반지름은 지구의 약 1.52배이므로 1 pc_{화성} = 3.26광년 × 1.52 ≈ 4.96광년이 나온답니다.

01 알짜풀이 A는 관측자의 머리 위를 연장한 선이 천구와 만나는 점으로 천정, B는 지구의 북극을 연장하여 천구와 만나는 점으로 천구 북극, C는 자오선이 북쪽의 지평선과 만나는 점으로 북점, D는 관측자의 발 아래를 연장한 선이 천구와 만나는 점으로 천저라고 한다. 천구는 반지름이 무한대인 가상의 구면이다. ㉠ ⑤

02 알짜풀이 ④ 별 A는 동 → 서로 이동하므로 방위각은 점점 커진다.

오답탐기 ① 천정의 고도는 90°이다.

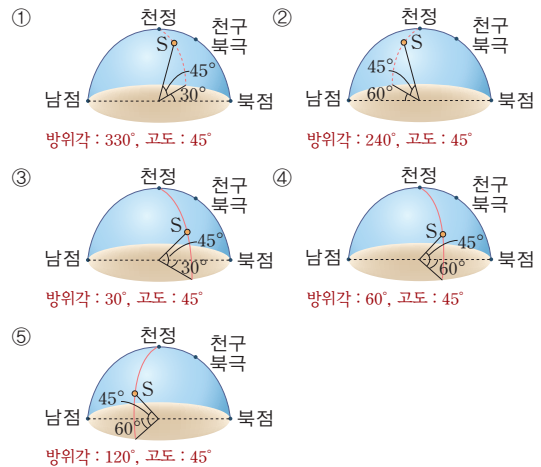
② 북점의 방위각은 0°이다.

③ 방위각은 0°~360°로 나타낸다.

⑤ 시각과 장소에 따라 방위각과 고도는 변한다. ㉠ ④

03 알짜풀이 방위각과 고도는 시각과 장소에 따라 변하므로 지평 좌표계로 천체의 위치를 나타낼 때는 관측한 시각과 장소를 기록해 두어야 한다. ㉠ ④

04 자료 분석하기



알짜풀이 방위각은 북점 또는 남점을 기준으로 시계 방향으로 잴 각이고, 고도는 지평면을 기준으로 천정 쪽으로 잴 각이다. ㉠ ④

05 알짜풀이 방위각은 북점을 기준으로 시계 방향으로 잴 각이다. 그러나 별자리판에서는 동과 서가 바뀌어 있으므로 방위각을 시계 반대 방향으로 재야 한다. ㉠ ⑤

06 알짜풀이 별자리는 지구의 자전으로 인해 하루 동안 동에서 서로 이동한다. 따라서 북쪽 하늘의 별자리는 북극성을 중심으로 시계 반대 방향으로 회전한다. ㉠ ③

07 알짜풀이 별자리는 태양이 뜨지 않는 밤에 관측이 가능하므로, 태양의 반대편에 위치하는 별자리를 볼 수 있다. 계절마다 관측되는 별자리가 달라지는 이유는 지구가 태양 주위를 1년에 한 바퀴씩 공전하기 때문이다. ㉠ ④

08 알짜풀이 별자리는 1시간에 15°씩 동에서 서로 이동하는 것처럼 보인다. 이것은 지구가 서에서 동으로 하루에 한 바퀴 회전하기 때문에 나타나는 현상이다. ㉠ ①

09 알짜풀이 ⑤ 북쪽 하늘의 별자리는 일 년 내내 관측이 가능하다.

오답نب기 ① 북쪽 하늘의 모습이다.

② 북극성은 작은곰자리에 속한 별이며, 북두칠성은 별자리가 아니다.

③ 별 B를 포함한 7개의 별은 북두칠성으로, 큰곰자리의 일부이다.

④ 별 C가 속한 W 모양의 별자리는 카시오페아자리이다.

답 ⑤

10 알짜풀이 북극성은 작은곰자리에 속한 별로, 지구 자전축의 연장선 상에 위치하여 위치가 변하지 않는다.

오답نب기 북두칠성은 별자리의 일부분이다.

답 ①

11 알짜풀이 페가수스자리는 가을철 대표적인 별자리이다.

오답نب기 큰곰자리는 북쪽 하늘에서 사계절 내내 볼 수 있는 별자리이다.

답 ③

12 알짜풀이 ④ 큰개자리의 시리우스, 작은개자리의 프로키온, 오리온자리의 베텔게우스는 겨울철의 대삼각형을 이룬다.

오답نب기 ① 백조자리는 여름철 별자리이다.

② 페가수스자리는 가을철 별자리이다.

③ 작은개자리는 겨울철 별자리이다.

⑤ 사자자리는 봄철 별자리이다.

답 ④

13 알짜풀이 백조자리, 독수리자리, 거문고자리 등이 보이는 여름철 밤하늘의 모습이다.

답 ②

14 알짜풀이 ③은 백조자리로 여름철 대표적인 별자리이다.

오답نب기 ①은 오리온자리로 겨울, ②는 페가수스자리로 가을, ④는 큰개자리로 겨울, ⑤는 사자자리로 봄철 별자리이다.

답 ③

15 알짜풀이 거리(pc) = $\frac{1}{\text{연주 시차}(\text{''})}$ 의 관계를 이용하여 연주 시차로부터 별의 거리를 구할 수 있다.

답 ②

16 알짜풀이 ㄴ. 별까지의 거리는 연주 시차에 반비례하므로 가까이 있는 별일수록 연주 시차가 크게 나타난다.

오답نب기 ㄱ. 연주 시차는 6개월 간격으로 측정한 시차의 절반이다.

ㄷ. 연주 시차는 비교적 가까이 있는 별의 거리를 측정하는 데 유용하다. 멀리 있는 별일수록 연주 시차가 작아져 관측하기 어렵기 때문이다.

답 ②

17 알짜풀이 별까지의 거리와 연주 시차는 반비례하므로 연주 시차가 작을수록 별까지의 거리가 멀다. 따라서 지구에서 가장 멀리 있는 별은 연주 시차가 가장 작은 B이고, 지구에서 가장 가까이 있는 별은 연주 시차가 가장 큰 A이다.

답 ③

18 알짜풀이 6개월 동안 이동한 각도가 0.5''이므로 연주 시차는 그 절반인 0.25''이다. 따라서 별 S까지의 거리(pc) = $\frac{1}{0.25''} = 4$ pc이다.

답 ②

우공비 BOX

조심조심

북쪽 하늘의 별자리와 계절에 관계없이 볼 수 있는 별자리는 같은 의미예요.

보충 설명

공전 궤도가 큰 행성일수록 최대 관측 위치 변화가 커지므로 같은 별의 연주 시차가 더 커지게 돼요.

보충 설명

계절별 별자리
계절별 별자리란 밤 9시경 남쪽 하늘에서 보이는 별자리를 의미해요.

조심조심

시차는 6개월 동안 이동한 각거리이며, 연주 시차를 구하려면 시차를 반으로 나누어야 해요.

19 알짜풀이 ㄴ. 화성은 지구 공전 궤도의 바깥쪽에 있는 외행성이므로 지구보다 공전 궤도가 커서 화성에서 측정한 연주 시차가 지구에서 측정한 연주 시차보다 크게 측정된다.

오답نب기 ㄱ. 지구 상에서는 관측자의 위치에 관계없이 별 S의 연주 시차는 일정하다.

ㄷ. 멀리 있는 별일수록 연주 시차가 작다.

답 ②

20 알짜풀이 연주 시차는 매우 작은 값을 가지므로 멀리 있는 별은 연주 시차를 이용하여 거리를 구하기 어렵다. 멀리 있는 별은 주기적인 밝기 변화인 변광 주기 등을 이용하여 거리를 구한다.

답 ④

21 알짜풀이 ㄱ. 연주 시차는 6개월 동안 천구 상에서 이동한 각도의 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 별 A의 연주 시차는 0.1''이다.

ㄴ. 별 B의 연주 시차는 0.05''이다. 따라서 별 B의 거리는 $\frac{1}{0.05''} = 20$ pc이다.

오답نب기 ㄷ. 연주 시차는 행성 - 관측자 - 태양이 이루는 각도이다. 금성은 지구보다 태양에 가까운 곳에 있어서 공전 궤도 반지름이 지구보다 작기 때문에 같은 별을 지구에서 관측할 때보다 금성에서 관측할 때 연주 시차가 작게 나타난다.

답 ③

22 알짜풀이 1 pc은 약 3.26광년으로 약 206,265 AU이다. 따라서 (나)는 1 pc(=206,265 AU)보다 작고, (다)는 10 pc, (라)는 $\frac{1}{0.2} = 5$ pc이다. 따라서 천체까지의 거리는 (나) - (가) - (라) - (다) 순으로 가깝다.

답 ③

23 모범답안 지구가 태양 주위를 일 년에 한 바퀴씩 공전하기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 이 외의 경우	0 %

24 모범답안 별 A는 6개월 동안 천구 상에서 $0.07'' + 0.03'' = 0.1''$ 만큼 이동하였으므로, 연주 시차는 그 절반인 0.05''이다. 따라서 별 A까지의 거리는 $\frac{1}{0.05''} = 20$ pc이다.

채점 기준	배점
① 연주 시차와 거리를 정확히 구분하여 설명한 경우	100 %
② 연주 시차만 정확히 설명한 경우	50 %

25 모범답안 별의 거리와 연주 시차는 반비례하기 때문에 거리가 2배 멀어지면 연주 시차는 $\frac{1}{2}$ 로 작아진다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 작아진다고만 설명한 경우	20 %

09 별의 성질(2)

• 본책 117, 119쪽

개념 확인하기

- 01** (1) ○ (2) × (3) ○ **02** (1) 6.3 (2) 2.5 (3) 반비례
03 (1) 11등급 (2) -4등급 (3) -2등급 **04** (1)
 D-C-B-A (2) 250배 **05** $\frac{1}{4}$ 로 줄어든다. **06** 9 : 1
07 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × **08** (1) B (2) D
 (3) A, D (4) B, C (5) B-C-A-D **09** (1) ○ (2) ×
 (3) × **10** ㉠ 파란 ㉡ 붉은 **11** (1) (라), (다) (2) M형, O
 형 (3) (나), G형

02 1등급은 6등급보다 5등급이 낮으므로 100배 밝다. 1등급차는 2.5배의 밝기 차가 나므로, 2등급 차는 $2.5^2 \approx 6.3$ 배의 밝기 차가 난다.

05 별까지의 거리가 멀어질수록 별의 밝기는 어두워진다. 즉, 별의 밝기는 거리의 제곱에 반비례하므로, 거리가 2배 멀어지면 밝기는 $\frac{1}{2^2} = \frac{1}{4}$ 배로 어두워진다.

07 별의 겉보기 등급은 우리 눈에 보이는 별의 밝기이므로, 겉보기 등급이 작을수록 우리 눈에 밝게 보인다. 절대 등급은 모든 별을 같은 거리(10 pc)에 두었다고 가정했을 때의 밝기이므로, 절대 등급이 작을수록 실제로 밝은 별이다.

10-11 표면 온도가 높은 별일수록 짧은 파장의 빛을 더 많이 방출하여 파란색을 띠고, 표면 온도가 낮은 별일수록 긴 파장의 빛을 더 많이 방출하여 붉은색을 띤다. 따라서 파란색인 (라)별의 표면 온도가 가장 높고, 붉은색인 (다)별의 표면 온도가 가장 낮다. 또, 태양의 표면 온도는 약 6,000 °C로 노란색을 띠며, G형 별이다.

우공비 특별한비법 계산연습

• 본책 120~121쪽

- 01** (1) × (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × (6) ○ (7) × **02** (1) 2등급 (2) 1등급 (3) 6등급 (4) 8등급 (5) -7등급 (6) -1등급 (7) -7등급 (8) 100개 **03** (1) $\frac{1}{16}$ 배로 어두워진다. (2) 5등급 (3) -3등급 **04** (1) -4등급 (2) 6등급 (3) -2등급 **05** (1) 6등급 (2) 8등급 (3) -2등급 **06** (1) A : 5pc, B : 20pc (2) 별 A가 B보다 16배 밝게 보인다. (3) 3등급 **07** (1) $\frac{1}{4}$ 배로 어둡게 보인다. (2) 10등급 **08** (1) 100배 밝아진다. (2) 5등급 낮아진다. (3) 8등급 **09** (1) 11등급 (2) 1등급 **10** 2등급 **11** (1) $\frac{1}{16}$ 배로 어두워진다. (2) 3등급 높아진다. (3) 0등급 **12** 6등급 **13** -4등급

01 **알짜풀이** (1) 1등급인 별은 -2등급인 별보다 3등급이 크므로 $\frac{1}{16}$ 배로 어둡다.

(2) 3등급인 별은 -2등급인 별보다 5등급이 크므로 $\frac{1}{100}$ 배로 어둡다.

우공비 BOX

보충 설명

등급 차와 밝기 차

등급 차	밝기 차
1	2.5배
2	6.3배
3	16배
4	40배
5	100배
6	250배

보충 설명

백색광(혼합광)을 분광기에 투과시키면 파장에 따라 분해되어 스펙트럼이 나타나요. 이때 파장에 따라 r선 - X선 - 자외선 - 가시광선 - 적외선 - 전파 순으로 나눌 수 있는데 인간의 눈이 감지할 수 있는 파장 영역은 가시광선에요. 가시 광선의 파장은 약 0.4~0.7μm 범위를 갖는데, 우리가 흔히 무지개색 순서를 '빨주노초파남보'로 외울 때 빨간색은 가시광선 중에서 파장이 가장 길고, 보라색은 파장이 가장 짧아요.

(3) -2등급인 별은 3등급인 별보다 5등급이 작으므로 100배 밝다.

(4) 4등급인 별은 -1등급인 별보다 5등급이 크므로 $\frac{1}{100}$ 배로 어둡다.

(5) 6등급인 별은 3등급인 별보다 3등급이 크므로 $\frac{1}{16}$ 배로 어둡다.

(6) 5등급인 별은 1등급인 별보다 4등급이 크므로 $\frac{1}{40}$ 배로 어둡다.

(7) -3등급인 별은 -2등급인 별보다 1등급이 작으므로 2.5배 밝다. **답** (1) × (2) × (3) ○ (4) ○ (5) × (6) ○ (7) ×

02 **알짜풀이** (1) 2.5배 밝은 별은 1등급이 낮은 2등급이다.

(2) 6.3배 밝은 별은 2등급이 낮은 1등급이다.

(3) $\frac{1}{16}$ 배로 어두운 별은 3등급이 높은 6등급이다.

(4) $\frac{1}{100}$ 배로 어두운 별은 5등급이 높은 8등급이다.

(5) 10,000배 밝은 별은 10등급이 낮은 -7등급이다.

(6) 별 A가 40개 모이면 40배 밝아지므로 4등급이 낮은 -1등급의 별 1개의 밝기와 같아진다.

(7) 별 A가 10,000개 모이면 10,000배 밝아지므로 10등급이 낮은 -7등급의 별 1개의 밝기와 같아진다.

(8) -2등급의 별은 3등급인 별보다 5등급이 낮으므로 100배 더 밝기 때문에 별 A가 100개 필요하다.

답 (1) 2등급 (2) 1등급 (3) 6등급 (4) 8등급 (5) -7등급 (6) -1등급 (7) -7등급 (8) 100개

03 **알짜풀이** (1) 밝기는 거리의 제곱에 반비례하므로 거리가 4배 멀어지면 밝기는 $\frac{1}{4^2} = \frac{1}{16}$ 배로 어두워진다.

(2) 거리 변화 : 4배 멀어짐 \Rightarrow 밝기 변화 : $\frac{1}{16}$ 배로 어두워진다. \Rightarrow 등급 변화 : +3등급

(3) 거리 변화 : 10배 가까워짐 \Rightarrow 밝기 변화 : 100배 밝아진다. \Rightarrow 등급 변화 : -5등급

답 (1) $\frac{1}{16}$ 배로 어두워진다. (2) 5등급 (3) -3등급

04 **알짜풀이** (1) 거리 변화 : 10배 가까워짐 \Rightarrow 밝기 변화 : 100배 밝아진다. \Rightarrow 등급 변화 : -5등급

(2) 거리 변화 : 10배 멀어짐 \Rightarrow 밝기 변화 : $\frac{1}{100}$ 배로 어두워진다. \Rightarrow 등급 변화 : +5등급

(3) 거리 변화 : 4배 가까워짐 \Rightarrow 밝기 변화 : 16배 밝아진다. \Rightarrow 등급 변화 : -3등급 **답** (1) -4등급 (2) 6등급 (3) -2등급

05 **알짜풀이** (1) 거리 변화 : 2.5배 멀어짐 \Rightarrow 밝기 변화 : $\frac{1}{2.5^2}$ 배로 어두워진다. \Rightarrow 등급 변화 : +2등급

(2) 거리 변화 : 6.3배 멀어짐 \Rightarrow 밝기 변화 : $\frac{1}{6.3^2} = \frac{1}{(2.5^2)^2} = \frac{1}{2.5^4}$ 배로 어두워진다. \Rightarrow 등급 변화 : +4등급

(3) 거리 변화 : 16배 가까워짐 \Rightarrow 밝기 변화 : $16^2 = (2.5^3)^2 = 2.5^6$ 배 밝아진다. \Rightarrow 등급 변화 : -6등급

답 (1) 6등급 (2) 8등급 (3) -2등급

06 알짜풀이 (1) 거리(pc) = $\frac{1}{\text{연주 시차}(\text{''})}$ 이므로 별 A의 거리는 $\frac{1}{0.2''} = 5 \text{ pc}$ 이고, 별 B의 거리는 $\frac{1}{0.05''} = 20 \text{ pc}$ 이다.

(2) 거리 : B가 A보다 4배 멀다. \Rightarrow 밝기 : B가 A보다 $\frac{1}{16}$ 배로 어둡게 보인다.

(3) 밝기 : B가 A보다 $\frac{1}{16}$ 배로 어둡게 보인다. \Rightarrow 등급 : B가 A보다 3등급이 높다. \Rightarrow A는 B보다 3등급이 낮다.

답 (1) A : 5 pc, B : 20 pc (2) 별 A가 B보다 16배 밝게 보인다. (3) 3등급

07 알짜풀이 (1) 연주 시차가 0.1''이면 별 E보다 연주 시차가 $\frac{1}{2}$ 배로 작아지므로 거리 변화 : 2배 멀어짐 \Rightarrow 밝기 변화 : $\frac{1}{4}$ 배로 어두워진다.

(2) 연주 시차가 0.02''이면 별 E보다 연주 시차가 $\frac{1}{10}$ 배로 작아지므로 거리 변화 : 10배 멀어짐 \Rightarrow 밝기 변화 : $\frac{1}{100}$ 배로 어두워진다. \Rightarrow 등급 변화 : +5등급

답 (1) $\frac{1}{4}$ 배로 어둡게 보인다. (2) 10등급

08 알짜풀이 (1) 거리가 10배 가까워지면 밝기는 100배 밝아진다.

(2) 100배 밝아지면 5등급이 낮아진다.

(3) 절대 등급이 3등급인 별은 32.6광년의 거리에서 3등급으로 보이는 별이다.

\rightarrow 이 별이 현재 위치인 326광년으로 간다면?

거리 변화 : 10배 멀어짐 \Rightarrow 밝기 변화 : $\frac{1}{100}$ 배로 어두워진다. \Rightarrow 등급 변화 : +5등급

\therefore 겉보기 등급은 $3+5=8$ (등급)

답 (1) 100배 밝아진다. (2) 5등급 낮아진다. (3) 8등급

09 알짜풀이 (1) 절대 등급이 6등급이므로 10 pc의 거리에서 6등급으로 보이는 별이다.

\rightarrow 이 별이 현재 위치인 100 pc로 간다면?

거리 변화 : 10배 멀어짐 \Rightarrow 밝기 변화 : $\frac{1}{100}$ 배로 어두워진다. \Rightarrow 등급 변화 : +5등급

\therefore 겉보기 등급은 $6+5=11$ (등급)

(2) 겉보기 등급이 6등급이므로 현재 위치인 100 pc에서 6등급으로 보이는 별이다.

\rightarrow 이 별이 절대 등급을 계산하기 위한 위치인 10 pc로 간다면?

거리 변화 : 10배 가까워짐 \Rightarrow 밝기 변화 : 100배 밝아진다.

\Rightarrow 등급 변화 : -5등급

\therefore 절대 등급은 $6-5=1$ (등급)

답 (1) 11등급 (2) 1등급

10 알짜풀이 40 pc의 거리에 있는 별을 10 pc으로 옮기면? 거리 변화 : 4배 가까워짐 \Rightarrow 밝기 변화 : 16배 밝아진다.

\Rightarrow 등급 변화 : -3등급

\therefore 겉보기 등급은 $5-3=2$ (등급)

답 2등급

우공비 BOX

보충 설명

별의 거리 변화를 통해 등급 변화를 묻는 문제는 별의 거리 \rightarrow 밝기 \rightarrow 등급 관계로 단계적으로 생각하세요.

용어알기

pc(파섹)
연주 시차가 1''인 별까지의 거리예요.

조심조심

별까지의 거리가 멀어지면 겉보기 등급은 높아지고, 절대 등급은 변화 없고, 별까지의 거리가 가까워지면, 겉보기 등급은 낮아지고, 절대 등급은 변화가 없어요.

보충 설명

겉보기 등급은 우리 눈에 보이는 별의 밝기 등급이고, 절대 등급은 10 pc의 거리에 놓았다고 가정했을 때의 별의 밝기 등급이에요.

11 알짜풀이 2.5 pc의 거리에 있는 별을 10 pc으로 옮기면? 거리 변화 : 4배 멀어짐 \Rightarrow 밝기 변화 : $\frac{1}{16}$ 배로 어두워진다.

\Rightarrow 등급 변화 : +3등급

답 (1) $\frac{1}{16}$ 배로 어두워진다. (2) 3등급 높아진다. (3) 0등급

12 알짜풀이 326광년 거리에 있는 별을 32.6광년으로 옮기면? 거리 변화 : 10배 멀어짐 \Rightarrow 밝기 변화 : $\frac{1}{100}$ 배로 어두워진다. \Rightarrow 등급 변화 : +5등급

답 6등급

13 알짜풀이 연주 시차가 0.4''이면 거리는 $\frac{1}{0.4''} = 2.5(\text{pc})$ 이다. 절대 등급이 -1등급이므로 이 별은 10 pc의 거리에서 -1등급으로 보이는 별이다.

\rightarrow 현재 위치인 2.5 pc에서의 밝기를 구하려면?

거리 변화 : 4배 가까워짐 \Rightarrow 밝기 변화 : 16배 밝아진다.

\Rightarrow 등급 변화 : -3등급

\therefore 겉보기 등급은 $-1-3=-4$ (등급)

답 -4등급

중 단 원 별 실력올리기

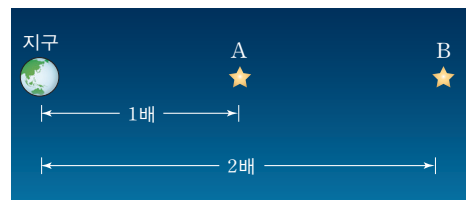
• 본책 122~125쪽

01 ③ 02 ④ 03 ⑤ 04 ⑤ 05 ③ 06 -5등급
07 (1) A (2) B (3) C (4) A 08 ③ 09 시리우스 - 리젤 - 알타이르 - 북극성 10 ④ 11 (1) D (2) B (3) B-C-A-D 12 ④ 13 ④ 14 ③ 15 ② 16 ⑤
17 ③ 18 ③ 19 3등급 20 ② 21 ② 22 ⑤ 23 ③ 24 ⑤ 25 ③ 26 ② 27 ① 28 ⑤ 29 해설
참조 30 해설 참조 31 해설 참조

01 알짜풀이 100배의 밝기 차이는 등급으로 5등급 차이이다. 밝은 별일수록 등급이 낮아지므로 6등성보다 5등성 낮은 1등성이 된다. 답 ③

02 알짜풀이 별의 밝기 $\propto \frac{1}{(\text{거리})^2}$ 이므로 거리가 6배 멀어지면 밝기는 $\frac{1}{36}$ 배로 어두워진다. 답 ④

03 자료 분석하기



• 별까지의 거리가 멀어지면 \Rightarrow 별의 밝기는 $\frac{1}{(\text{별까지의 거리})^2}$ 로 어두워진다.
• 별까지의 거리가 가까워지면 \Rightarrow 별의 밝기는 (별까지의 거리)² 배로 밝아진다.

알짜풀이 B의 위치가 A의 위치보다 2배 멀다. 따라서 지구에서 관측했을 때, B의 밝기는 A의 밝기의 $\frac{1}{2^2}$ 배로 어둡게 보인다. 즉, A는 B보다 4배 밝게 보인다. ㉮ ⑤

04 알짜풀이 B가 지구로부터 더 먼 곳에 위치하지만, 지구에서 같은 밝기로 관측된다는 것은 B가 A보다 실제 밝기가 더 밝다는 것을 의미한다. B가 A보다 거리가 2배 멀지만 밝기가 같으려면 A보다 4배 밝아야 한다. ㉮ ⑤

05 알짜풀이 별의 밝기 $\propto \frac{1}{(\text{거리})^2}$ 이므로 거리가 $\frac{1}{4}$ 배로 가까워지면 밝기는 $4^2=16 \approx 2.5^3$ 배가 되므로 3등급이 낮은 0등급으로 보인다. ㉮ ③

06 알짜풀이 100배의 밝기 차이는 등급으로 5등급 차이이다. 밝은 별일수록 등급이 낮아지므로 $0-5=-5$ 등급이 된다. ㉮ -5등급

07 알짜풀이 겉보기 등급이 낮을수록 우리 눈에 밝게 보이고, 절대 등급이 낮을수록 실제로 밝은 별이다. ㉮ (1) A (2) B (3) C (4) A

08 알짜풀이 32.6광년의 거리에 있는 별은 절대 등급과 겉보기 등급이 같지만 항상 0등급으로 같은 것은 아니다.

오답내기 별의 실제 밝기가 변하지 않으면 절대 등급은 변하지 않으며, 거리가 멀면 어둡게 보이므로 겉보기 등급이 높아진다. ㉮ ③

09 알짜풀이 우리 눈에 밝게 보일수록 겉보기 등급이 낮다. ㉮ 시리우스 - 리젤 - 알타이르 - 북극성

10 알짜풀이 육안으로 볼 때 가장 밝은 별은 겉보기 등급이 가장 낮은 시리우스이고, 실제로 가장 밝은 별은 절대 등급이 가장 낮은 리젤이다. ㉮ ④

11 알짜풀이 (겉보기 등급-절대 등급)을 거리 지수라고 하며, 그 값은 A는 6.5, B는 -5.7, C는 -5.5, D는 10이다. (겉보기 등급-절대 등급)의 값이 작을수록 가까운 별, 클수록 멀리 있는 별이다. ㉮ (1) D (2) B (3) B-C-A-D

12 자료 분석하기

별	A	B	C	D	E
겉보기 등급	0.4	2.1	-1.5	0.1	-0.3
절대 등급	-4.8	-5.6	-1.4	0.1	1.2
겉보기-절대	5.2	7.7	-0.1	0.0	-1.5

- (겉보기 등급-절대 등급) 값이 음수이면 32.6광년보다 가까이 있는 별이다. ➔ 별 C, E
- (겉보기 등급-절대 등급) 값이 0이면 32.6광년 거리에 있는 별이다. ➔ 별 D
- (겉보기 등급-절대 등급) 값이 양수이면 32.6광년보다 멀리 있는 별이다. ➔ 별 A, B
- (겉보기 등급-절대 등급) 값이 클수록 멀리 있는 별이다. ➔ 멀리 있는 것부터 B-A-D-C-E 순이다.

알짜풀이 (겉보기 등급-절대 등급)의 값이 음수인 별을 찾으면 된다. ㉮ ④

쉽게 쉽게

절대 등급은 별의 거리가 32.6광년(=10 pc)일 때의 별의 밝기 등급이 예요.

보충 설명

등급과 거리 관계
(겉보기 등급-절대 등급)의 값이 클수록 멀리 있는 별이에요.

보충 설명

별까지의 거리는 (겉보기 등급-절대 등급) 값으로 비교할 수 있어요.

쉽게 쉽게

별의 스펙트럼형은 'Oh! Be A Fine Girl(Guy) Kiss Me'로 쉽게 기억하세요.

13 자료 분석하기

별	A	B	C	D
절대 등급	-5	-4	-3	-2
겉보기 등급	5	4	3	2
거리 지수	10	8	6	4

- 지구에서 보았을 때 가장 밝은 별 : 겉보기 등급이 가장 낮은 별을 찾는다. ➔ 별 D
- 실제로 가장 밝은 별 : 절대 등급이 가장 낮은 별을 찾는다. ➔ 별 A
- (겉보기 등급-절대 등급) 값이 양수이면 32.6광년보다 멀리 있는 별이다. ➔ 별 A, B, C, D
- (겉보기 등급-절대 등급) 값이 클수록 멀리 있는 별이다. ➔ 멀리 있는 것부터 A-B-C-D 순이다.

알짜풀이 A~D 모두 (겉보기 등급-절대 등급) 값이 양수이므로 32.6광년보다 먼 거리에 있다. ㉮ ④

14 알짜풀이 거리가 같을 때 절대 등급이 가장 낮은 리젤이 가장 밝게 보인다. ㉮ ③

15 알짜풀이 표면 온도가 높은 것부터 파란색-청백색-흰색-황백색-노란색-주황색-붉은색 순으로 나타난다. ㉮ ②

16 알짜풀이 가장 밝게 보이는 별은 겉보기 등급이 가장 낮은 시리우스이고, 가장 멀리 있는 별은 (겉보기 등급-절대 등급)의 값이 가장 큰 리젤이다. ㉮ ⑤

17 자료 분석하기

별	A	B	C	D
겉보기 등급	0.1	2.3	-1.3	4.5
절대 등급	3.2	2.3	6.5	2.1

- 겉보기 등급-절대 등급 : A : -3.1, B : 0, C : -7.8, D : 2.4
- 별의 (겉보기 등급-절대 등급)의 값이 (+)이면 32.6광년보다 멀고, (-)이면 32.6광년보다 가깝다. 또, 이 값이 0이면 32.6광년의 거리에 있는 별이다.

알짜풀이 겉보기 등급이 절대 등급보다 낮은 별이 32.6광년보다 가까이 있는 별이다. ㉮ ③

18 알짜풀이 겉보기 등급과 절대 등급이 같은 별은 10 pc(=32.6광년)의 거리에 있다. ㉮ ③

19 알짜풀이 연주 시차가 0.1"이므로 이 별까지의 거리는 10 pc이며, 10 pc(=32.6광년)의 거리에 있는 별은 절대 등급과 겉보기 등급이 같다. ㉮ 3등급

20 알짜풀이 표면 온도가 높은 것부터 순서대로 파란색-청백색-흰색-황백색-노란색-주황색-붉은색 순이다. 따라서 표면 온도가 높은 것부터 리젤-스피카-태양-아크투루스-베텔게우스 순이다. ㉮ ②

21 알짜풀이 별의 표면 온도가 높은 것부터 O, B, A, F, G, K, M형 순이다. ㉮ ②

22 알짜풀이 파란색의 리젤이 붉은색의 베텔게우스보다 표면 온도가 높다.

오답내기 별의 색깔과 스펙트럼형은 표면 온도에 따라 다르게 나타난다. ㉮ ⑤

23 알짜풀이 태양은 표면 온도가 약 6,000 °C이고 색은 노란색, 스펙트럼형은 G형이다. **답 ③**

24 알짜풀이 스펙트럼의 빛의 세기가 강할수록 그래프의 막대 길이는 길어진다. 따라서 파란색이 가장 긴 C의 온도가 가장 높고, 파란색이 가장 짧은 A의 온도가 가장 낮다. **답 ⑤**

25 알짜풀이 10,000배 밝아지는 것은 100배 밝아진 후 다시 100배 밝아지는 것이다. 따라서 10등급이 작아지는 경우이다. **ㄱ.** 1등급보다 10,000배 밝아지면 10등급이 작아져 -9등급이 된다.

ㄴ. -4등급보다 100배 밝아지면 5등급이 작아져 -9등급이 된다.

오답탐기 **ㄷ.** 거리가 10,000배 가까워지면 1억배 밝아진다. **답 ③**

26 알짜풀이 326광년은 100 pc와 같다. 별 A를 10 pc에 옮겨 놓으면 밝기는 100배 밝아져 5등급이 낮아진다. 따라서 A와 B의 절대 등급은 -3등급이다. 별 B는 10 pc보다 2.5배 먼 거리에 위치하므로 밝기는 10 pc일 때에 비해 $\frac{1}{2.5^2}$ 배로 어두워진다. 따라서 2등급이 높아지므로 -1등급의 겉보기 등급을 갖는다. **답 ②**

27 알짜풀이 반지름이 2.5배 크면 표면적은 2.5²배가 된다. 두 별의 표면 온도는 같으므로 표면적이 2.5²배가 되면 2.5²배 밝게 보이므로 2등급이 낮다. 따라서 1.4등급보다 2등급이 낮은 -0.6등급으로 보인다. **답 ①**

28 알짜풀이 별의 색깔은 표면 온도와 관계 있고, 거리와는 관계가 없다. **답 ⑤**

29 모범답안 5등급, 별 S₁과 S₂의 거리 차이가 10배이므로 밝기는 100(=2.5⁵)배 차이가 나기 때문이다.

채점 기준	배점
① 등급 차를 쓰고, 그 이유를 바르게 설명한 경우	100 %
② 등급 차만 쓴 경우	40 %

30 알짜풀이 견우성과 직녀성은 모두 흰색이므로 표면 온도는 같다. 그런데 직녀성의 절대 등급이 낮으므로 실제로 더 밝은 별이다. 이것은 직녀성이 견우성보다 크기가 크기 때문에 나타나는 현상이다.

모범답안 직녀성, 두 별의 색깔을 보면 표면 온도는 같은데, 직녀성의 실제 밝기가 더 밝기 때문이다.

채점 기준	배점
① 직녀성을 쓰고, 그 이유를 바르게 설명한 경우	100 %
② 직녀성만 쓴 경우	30 %

31 모범답안 리젤, (겉보기 등급-절대 등급)의 값이 가장 커서 별까지의 거리가 가장 멀기 때문에 연주 시차가 가장 작게 나타난다.

채점 기준	배점
① 별을 쓰고, 그 이유를 바르게 설명한 경우	100 %
② 이유만 바르게 설명한 경우	50 %
③ 별만 쓴 경우	30 %

우공비 BOX

보충 설명

은하수는 여름철에 특히 잘 보이는데, 이것은 여름철에 지구가 우리은하의 중심 방향에 오기 때문이에요.

보충 설명

별의 색깔과 표면 온도
밤하늘에서 별의 색깔이 다르게 보이는 것은 별의 표면 온도가 다르기 때문이에요.

10 우리은하와 외부 은하

• 본책 127, 129쪽

개념 확인하기

- 01** (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × **02** 태양, 북극성, 말머리 성운, 구상 성단 **03** (1) A (2) 10만 광년 (3) 1.5만 광년 (4) 2,000억 개 **04** (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣ (5) ㉤ **05** (1) ○ (2) × (3) × **06** (1) 방출 성운 (2) 암흑 성운 (3) 반사 성운 **07** (1) × (2) × (3) ○ (4) × **08** ㉠ 타원 은하 ㉡ 나선 은하 ㉢ 불규칙 은하 ㉣ 막대 나선 은하 **09** (1) 정상 나선 은하 (2) 타원 은하 (3) 불규칙 은하 (4) 막대 나선 은하 **10** ㉠ 적색 ㉡ 멀어 ㉢ 빠르기 **11** (1) 은하 (2) 멀어진다. (3) C (4) 팽창하고 있다. **12** 대폭발설(빅뱅 이론)

01 은하수는 곳에 따라 폭과 밝기가 달라진다. 또, 은하수는 하늘을 한 바퀴 휘감고 있어 지구 상의 어디에서나 보이며, 지구가 우리은하의 중심 방향을 향하는 여름철에 잘 보인다.

02 마젤란 은하는 우리은하 밖의 외부 은하이므로, 우주는 모든 천체가 포함된 공간이다.

05 구상 성단은 생성된 지 오래되어 나이가 많은 붉은색을 띠는 별이 많고, 산개 성단은 대부분 우리은하의 나선팔에 분포하는데, 현재 약 1,000여 개가 발견되었다.

06 성운에는 방출 성운, 반사 성운, 암흑 성운, 행성상 성운이 있다. 이중 행성 모양으로 보이는 성운은 지구에서 볼 때 마치 행성처럼 보인다고 하여 행성상 성운이라고 한다.

08 외부 은하는 모양에 따라 나선 은하, 타원 은하, 불규칙 은하로 분류한다. 또, 나선 은하는 다시 정상 나선 은하와 막대 나선 은하로 분류한다.

10 외부 은하는 우리은하로부터 멀어지고 있기 때문에 적색 편이가 나타난다. 이때 멀어지는 속도가 빠를수록 적색 편이가 크게 나타난다.

11 멀리 있는 은하일수록 멀어지는 속도가 빠른 것으로부터 우주가 팽창하고 있음을 알 수 있다.

우공비 특별한비법 탐구

• 본책 130쪽

1 ② **2** (가) (정상) 나선 은하, (나) 불규칙 은하, (다) 타원 은하 **3** C **4** ④

1 **알짜풀이** 허블은 외부 은하를 모양에 따라 타원 은하, 나선 은하, 불규칙 은하로 구분하였다. **답 ②**

2 **알짜풀이** 허블은 외부 은하를 모양에 따라 구분하였다. (가)는 나선팔을 가지고 있는 (정상) 나선 은하, (나)는 불규칙한 모양의 불규칙 은하, (다)는 타원 모양의 타원 은하이다.

답 (가) (정상) 나선 은하, (나) 불규칙 은하, (다) 타원 은하

3 알짜풀이 A는 타원 은하, B는 정상 나선 은하, C는 막대 나선 은하, D는 불규칙 은하이다. 우리은하는 중심부에 막대 모양의 구조가 있는 막대 나선 은하이다. **답 C**

4 알짜풀이 정상 나선 은하와 막대 나선 은하의 분류 기준은 중심부의 막대 모양 구조의 유무이다. **답 ④**

우공비 특별한비법 자료분석

• 본책 131 쪽

01 ④ 02 ④ 03 ④ 04 ④ 05 ③

01 알짜풀이 적색 편이는 지구로부터 상대적으로 멀어지는 천체에서 나타난다. **답 ④**

02 알짜풀이 멀어지고 있는 천체의 스펙트럼은 흡수선의 파장이 길어지면서 적색 편이가 나타난다. **답 ④**

03 알짜풀이 멀리 있는 은하일수록 빠르게 멀어지며 외부 은하의 멀어지는 속도가 클수록 적색 편이가 크게 나타난다. **답 ④**

04 알짜풀이 은하들은 서로 멀어지고 있으며 팽창하는 우주의 중심은 없다. **답 ④**

05 알짜풀이 ㄱ. 풍선을 불면 스티커 사이의 거리는 멀어진다. ㄴ. 외부 은하는 우리은하로부터 멀어지고 있으므로 외부 은하에서 오는 빛의 파장은 길어진다.

오답내기 ㄴ. 풍선은 우주, 풍선 표면에 붙인 스티커는 은하에 비유된다. **답 ③**

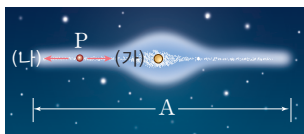
중 단 원 별 실력올리기

• 본책 132~135 쪽

01 ④ 02 ① 03 ① 04 ③ 05 ③ 06 ⑤ 07 ④
08 ① 09 ④ 10 ⑤ 11 ③ 12 ⑤ 13 ② 14 ⑤
15 ④ 16 ④ 17 ② 18 ② 19 ④ 20 ② 21 해설
참조 22 해설 참조 23 해설 참조 24 해설 참조

01 알짜풀이 은하수가 희미한 띠로 보이는 이유는 은하수를 이루는 별들이 주로 은하 원반에 분포하기 때문이다. 우리나라에서는 여름철에 은하의 중심 방향 쪽을 향하기 때문에 폭이 넓고 선명하게 보이며, 겨울철에는 희미하게 보인다. **답 ④**

02 자료 분석하기



- (가) : 우리은하 중심 방향
- (나) : 우리은하 바깥쪽 방향
- P : 태양계의 위치
- A : 우리은하의 지름 → 약 10만 광년

우공비 BOX

조심조심

과거에 우리은하는 정상 나선 은하로 분류되었으나, 과학자들의 연구 결과 막대 나선 은하로 밝혀졌어요.

03 알짜풀이 우리은하는 막대 나선 은하이고, 태양계는 중심으로부터 약 3만 광년 떨어진 곳에 위치한다. **답 ①**

04 알짜풀이 규모는 지구 < 태양계 < 성단 < 은하 < 우주 순이다. **답 ③**

05 자료 분석하기

비교	구상 성단	산개 성단
모양		
별의 수	수만~수십만 개 정도	수십~수만 개 정도
나이	많다	적다
색깔	붉은색	파란색
분포	공 모양으로 모여 있음	영성하게 모여 있음
위치	은하 중심, 헤일로	나선팔

알짜풀이 ③ 구상 성단의 모습으로, 구상 성단은 생성된 지 오래되어 저온의 붉은색 별들로 구성되어 있다.

오답내기 ① 구상 성단은 붉은색의 별들이 많다.

② 구상 성단은 수만~수십만 개의 별들이 구형으로 뭉쳐 모여 있다.

④, ⑤ 구상 성단은 우리은하의 은하핵과 헤일로에 골고루 퍼져 있다. **답 ③**

06 알짜풀이 산개 성단의 모습으로, 현재까지 구상 성단이 150여 개, 산개 성단이 1,000여 개 발견되었다. **답 ⑤**

07 알짜풀이 (가)는 방출 성운, (나)는 반사 성운이다. 둘 다 성간 물질로 이루어진 밝은 성운으로 우리은하의 구성원들이다. 그러나 (가)는 스스로 빛을 낼 수 있고, (나)는 주위로부터 오는 빛을 반사시켜 밝게 보이는 차이가 있다. **답 ④**

08 알짜풀이 ①은 뒤에서 오는 별빛을 가려 어둡게 보이는 성운으로 암흑 성운이다.

오답내기 ②는 행성상 성운, ③은 방출 성운, ④는 구상 성단, ⑤는 산개 성단이다. **답 ①**

09 알짜풀이 산개 성단은 주로 표면 온도가 높은 파란색의 별로 구성되어 있다. **답 ④**

10 알짜풀이 성운은 성간 물질(가스나 먼지)이 밀집되어 구름처럼 보이는 것으로, 방출 성운은 스스로 빛을 내어 밝게 보이고, 반사 성운은 별빛을 반사시켜 밝게 보인다. **답 ⑤**

11 알짜풀이 (가)는 암흑 성운, (나)는 구상 성단을 나타낸 것이다. (가)는 가스와 먼지가 모여 지구로 향하는 별빛을 차단하여 나타나는 것이고, (나)는 수많은 별들이 구형으로 모여 있는 별의 집단이다. 둘 다 우리은하를 구성한다. **답 ③**

12 알짜풀이 막대 나선 은하는 규칙 은하에 속한다. **답 ⑤**

13 알짜풀이 (가)는 타원 은하, (나)는 중심부에 막대 모양이 있는 막대 나선 은하, (다)는 불규칙 은하이다. **답 ②**

조심조심

가스나 티끌 등으로 이루어진 것은 성단이나 별이 아니라 성운이에요.

조심조심

별의 색이 붉게 보인다고 해서 무조건 별의 표면 온도가 낮다고 볼 수는 없어요. 왜냐하면 별빛이 성간 물질을 통과 해오는 동안 파란색 빛이 산란되거나 흡수되어 적색화 현상이 나타날 수도 있기 때문이에요.

14 자료 분석하기



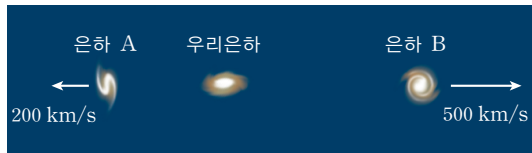
- 스티커는 은하, 풍선은 우주에 비유된다.
- 풍선이 커지면 스티커와 스티커 사이의 거리가 멀어진다. → 우주가 팽창하기 때문에 은하와 은하 사이의 거리가 멀어진다.

알짜풀이 우주의 팽창을 알아보기 위한 실험으로, 어느 은하에서 관측하더라도 다른 은하가 멀어지는 것처럼 보인다. ㉔ ⑤

15 알짜풀이 스펙트럼의 흡수선이 붉은색 쪽으로 이동하는 현상은 적색 편이로, 빛을 내는 물체가 관측자에게서 멀어질 때 나타나는 현상이다. 즉, 외부 은하가 우리은하로부터 멀어지고 있기 때문에 적색 편이가 나타난다. 따라서 은하의 스펙트럼에서 나타나는 적색 편이 현상은 대폭발설(빅뱅 이론)의 증거이다. ㉔ ④

16 알짜풀이 멀리 있는 은하일수록 빠른 속도로 멀어지면서 적색 편이가 크게 나타난다. ㉔ ④

17 자료 분석하기



- 상대 속도 = 물체의 속도 - 관측자의 속도
- B 은하에서 본 A 은하의 이동 속도 = A 은하의 속도 - B 은하의 속도 = $200 \text{ km/s} - (-500 \text{ km/s}) = 700 \text{ km/s}$

알짜풀이 우리은하에서 관측할 때 A 은하는 왼쪽 방향으로 200 km/s 로 움직이고, B 은하는 오른쪽으로 500 km/s 로 움직이므로 B 은하에서 관측하면 A 은하가 $200 \text{ km/s} + 500 \text{ km/s} = 700 \text{ km/s}$ 의 속도로 멀어지고 있는 것으로 보인다. ㉔ ②

18 알짜풀이 우리은하의 원반의 일부가 어둡게 갈라져 보이는 것은 은하 원반에 가스와 먼지가 밀집되어 별에서 오는 빛이 차단되기 때문이다. ㉔ ②

19 알짜풀이 ④ 스스로 빛을 내는 성운은 방출 성운으로 그림 (나)와 관계된다.

- 오답넘기** ① 오리온자리는 겨울철 별자리이다.
 ② 베델게우스는 붉은색 별이므로 청백색을 띠는 리겔보다 표면 온도가 낮다.
 ③ (나)는 방출 성운으로 가스나 먼지로 이루어져 있다.
 ⑤ 성운, 성단 등은 우리은하에 속한 천체들이다. ㉔ ④

20 알짜풀이 ㄴ. 은하와 은하 사이의 거리가 가까워지면 도플러 효과에 의해 흡수선의 파장은 짧아진다.

오답넘기 ㄱ. 우주가 팽창하는 경우에 해당되는 설명이다.

우공비 BOX

보충 설명

도플러 효과
 가까이 다가오고 있는 물체가 내는 소리는 파장이 짧아지고, 멀어지는 물체가 내는 소리는 파장이 길어지는 현상을 도플러 효과라고 해요. 이와 같은 원리로 적색 편이와 청색 편이가 생긴답니다.

ㄷ. 우주가 수축하여 은하 사이의 거리가 가까워지면 청색 편이가 나타난다. ㉔ ②

21 알짜풀이 산개 성단은 주로 표면 온도가 높은 파란색 별들로 이루어져 있고, 구상 성단은 주로 표면 온도가 낮은 붉은색 별들로 이루어져 있다.

모범답안 구상 성단을 구성하는 별은 표면 온도가 낮고, 산개 성단을 구성하는 별은 표면 온도가 높다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 둘 중 한 가지만 바르게 설명한 경우	50 %

22 자료 분석하기



- 소방차의 진행 방향 앞에 관측자가 서 있는 경우 소방차가 다가오에 따라 사이렌 소리의 파장이 짧아지고 높은 소리로 들린다.
- 소방차의 진행 방향 반대쪽에 관측자가 서 있는 경우 소방차가 멀어짐에 따라 사이렌 소리의 파장은 길어지고 낮은 소리로 들린다.

알짜풀이 소리를 내는 물체가 움직임에 따라 파장이 달라지면서 원래의 음보다 높은 소리나 낮은 소리로 들리는 현상을 도플러 효과라고 한다.

모범답안 도플러 효과에 의해 음파의 파장이 길어지면서 사이렌 소리의 높이가 원래의 음보다 낮아진다.

채점 기준	배점
① 파장의 길이 변화와 소리의 높낮이 변화를 모두 바르게 설명한 경우	100 %
② 파장의 길이 변화와 소리의 높낮이 변화 중 한 가지만 바르게 설명한 경우	50 %

23 모범답안 나선 모양으로 보이는 천체는 우리은하 밖의 외부 은하이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 우리은하에 속하지 않는다고만 설명한 경우	50 %

보충 설명

외부 은하는 서로 멀어지고 있고 팽창하는 우주의 중심은 없어요. 즉, 모든 방향에서 은하들이 멀어지고 있답니다.

24 알짜풀이 스펙트럼의 흡수선이 붉은색 쪽으로 이동한 현상은 적색 편이로, 빛을 내는 물체가 관측자에게서 멀어질 때 나타나는 현상이다. 즉, 외부 은하가 우리은하로부터 멀어지고 있기 때문에 적색 편이가 나타난다. 따라서 은하 A에서 우리은하를 관측하여도 우리은하가 멀어지고 있는 것처럼 보이기 때문에 적색 편이가 나타난다.

모범답안 적색 편이가 나타난다. 팽창하는 우주에는 중심이 없기 때문에 은하 A에서 우리은하를 보더라도 우리은하가 멀어지고 있는 것처럼 보이기 때문이다.

채점 기준	배점
① 적색 편이와 이유를 모두 바르게 설명한 경우	100 %
② 적색 편이만 쓴 경우	30 %

11 우주 개발 탐사

• 본책 137, 139쪽

개념 확인하기

01 (1) 굴절 망원경 (2) 반사 망원경 (3) 전파 망원경 (4) 대기 02 (가)-(라)-(나)-(다) 03 (1) 아폴로 11호 (2) 스푸트니크 1호 (3) 목성형 행성 (4) 우주 왕복선 (5) 갈릴레오호 (6) 카시니-하위헌스호 (7) 우주 정거장 04 (1) ○ (2) × (3) × (4) ×

05 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ 06 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣ 07 (1) 기상 위성 (2) GPS (3) 기상 위성 (4) 방송 통신 위성 08 (1) 극궤도 위성 (2) 경사 궤도 위성 (3) 정지 궤도 위성 09 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ×

01 우주 망원경은 지구 기권 밖에 설치하여 대기에 의한 빛의 흔들림이나 흡수를 받지 않을 수 있다. 따라서 지상에서 관측하는 것보다 천체를 자세히 관측할 수 있다.

03 우주인 7~10명이 장기 체류할 수 있으며, 무중력 상태에서의 과학 실험과 지표면 및 우주 관측을 할 수 있는 곳은 우주 정거장이다. 2008년 한국인 이소연이 10여일 간 머물면서 유명해진 곳은 국제 우주 정거장(ISS)이다.

07 위성 항법 시스템(GPS)은 미사일을 정확한 목표물로 유도하거나 전투기의 이동 경로를 알려주는 등의 군사용으로 처음 개발되었다. 하지만 최근에는 내비게이션이나 휴대 전화에 탑재되어 우리 생활을 편리하게 해주고 있다.

08 인공위성은 공전하는 궤도에 따라 극궤도 위성, 경사 궤도 위성, 정지 궤도 위성으로 분류할 수 있다. 극궤도 위성은 지구의 남극과 북극을 잇는 궤도를 돌고, 경사 궤도 위성은 지구 자전축에 대해 경사를 이룬 궤도를 돈다. 또, 정지 궤도 위성은 지구의 자전 주기와 같은 주기로 도는 위성으로 지구에서 볼 때 정지한 것처럼 보이며, 특정 지역을 집중적으로 관측한다.

09 우주 쓰레기는 초속 7~10 km/s의 매우 빠른 속도로 지구 주위를 날아다니기 때문에 인공위성과 충돌하면 큰 피해를 입힌다.

중 단 원 별 실력올리기

• 본책 142~143쪽

01 ③ 02 ② 03 ② 04 ③ 05 ⑤ 06 ④
07 ⑤ 08 ⑤ 09 ③ 10 ③ 11 해설 참조
12 해설 참조 13 해설 참조

01 **알짜풀이** 지상의 망원경은 흐리거나 비나 눈 등 기상 현상에 따라 관측이 어려운 날이 있고, 빛이 기권을 통과하면서 산란되거나 기온 변화나 공기의 흐름에 의해 상이 흐려질 수 있다. 또, 일부 파장은 기권에서 흡수되기도 한다. 이러한 단점을 해결하기 위해 지구 기권 밖의 궤도에 우주 망원경을 설치한 것이다. 우주 공간에서는 날씨나 대기에 의한 영향을 받지 않아 선명한 상을 얻을 수 있고, 낮에도 관측이 가능하다. ㉢ ③

우공비 BOX

보충 설명

국제 우주 정거장
여러 명의 우주인이 거주할 수 있으며 국제 우주 정거장은 지상에서 약 350 km 높이에서 지구 주위 궤도를 따라 공전하도록 되어 있어 크게 인공위성으로 볼 수도 있어요.

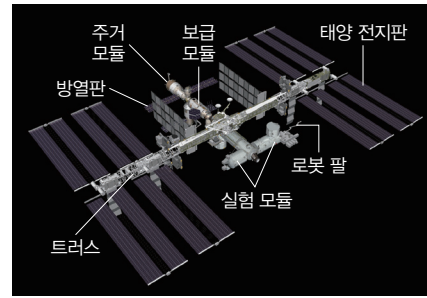
보충 설명

GPS
'Global Positioning System'의 약자로, 지구 둘레를 돌고 있는 24개 이상의 항법 위성에서 발신하는 전파를 수신하여 물체의 위치를 파악하는 위성 항법 시스템이에요. GPS는 과학, 기술, 경제, 사회, 국방 분야 등 활용 범위가 매우 넓어요.

보충 설명

우주 쓰레기를 줄이는 방법
우주 쓰레기를 줄이는 방법에는 쓰레기 그물, 쌍끌이 어선 형태, 우주 안개 분무기, 끈끈이 접착 공, 레이저 빔자루, 우주 플라아페이퍼 등이 있어요.

02 자료 분석하기



- 방열판 : 우주 정거장 내부의 열을 우주로 방출한다.
- 트러스 : 우주 정거장을 지지하는 기둥 같은 역할을 한다.
- 로봡 팔 : 정거장 밖에서 작업할 때 도움을 주는 장치이다.
- 주거 모듈 : 우주인들이 안전하게 생활할 수 있는 공간이다.
- 실험 모듈 : 우주 환경에서의 각종 실험을 하기 위한 공간이다.
- 보급 모듈 : 지상에서 운반된 물품을 저장하고 관리하는 공간이다.
- 태양 전지판 : 태양 에너지를 모아 우주 정거장에서 사용할 전력을 공급한다.

알짜풀이 그림은 미국을 비롯한 16개국이 참여하여 건설한 국제 우주 정거장(ISS)이다. 국제 우주 정거장은 지구 주위를 공전하고 있는 인공 구조물로 내부에는 산소가 공급되므로 산소통이 필요 없다. ㉢ ②

03 **알짜풀이** 마리너호는 수성, 금성, 화성을 탐사했으며, 보이저호는 목성, 토성, 천왕성, 해왕성을 탐사하였다. ㉢ ②

04 **알짜풀이** 우주 식품 개발자는 우주 공간에 나갈 필요 없다. 우주인들이 안전하게 먹을 수 있는 음식을 개발한다. ㉢ ③

05 **알짜풀이** 물러코스터를 탈 때, 높은 곳에서 낮은 곳으로 내려올 때 잠깐 느껴지는 무중력 체험은 중력의 영향으로 인해 나타나는 것으로 우주 탐사 기술과는 관련이 없다. ㉢ ⑤

06 **알짜풀이** 인공위성은 지구 궤도를 돌고 있으므로 지구를 관측한다. 금성은 우주 탐사선이 관측할 수 있다. ㉢ ④

07 **알짜풀이** 우주 쓰레기는 수명이 다한 인공위성, 로켓 발사체의 부품 조각 등이 있으며, 지구 주위를 빠르게 돌고 있어 인공위성의 고장과 우주선 사고의 원인이 된다. ㉢ ⑤

08 **알짜풀이** 인공위성의 궤도는 극궤도, 경사 궤도, 정지 궤도가 있으며 각각 자신의 궤도에서 지구 주위를 돌고 있다. 국제 우주 정거장은 10여 개 정도의 모듈로 이루어져 있다. ㉢ ⑤

09 **알짜풀이** 우주 정거장 내부는 무중력 상태이지만 공기가 있어 기압은 작용한다. 따라서 빨대를 이용하여 음료수를 마실 수 있다. 중력이 없으므로 위 아래 구분이 없고, 지상에서 사용하는 볼펜은 중력에 의해 잉크가 아래로 내려오는 원리를 이용한 것으로 우주 공간에서는 사용할 수 없다. ㉢ ③

10 **알짜풀이** 지상 망원경은 날씨의 영향을 받으며 X선은 대기에 의해 차단되어 지상에 도달하지 않으므로 지상에서는 관측 불가능하다. 같은 크기의 망원경일 경우 우주에서는 대기의 영향을 받지 않으므로 관측 성능이 우수하지만, 우주 망원경은 우주에 띄우고 운영하는 데 비용이 많이 든다. ㉢ ③

11 알짜풀이 작용하는 힘의 반대쪽으로 작용하는 이러한 힘을 작용-반작용이라고 한다.

모범답안 로켓, 로켓은 연료를 태워 만들어진 가스를 분출한다. 이때 가스가 분출되는 방향과 반대 방향으로 작용하는 힘을 이용하여 우주로 나아간다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 작용 반작용을 언급한 경우	50 %

12 모범답안 우주 정거장, 우주 정거장에서는 무중력 상태이므로 중력의 영향을 받지 않는 조건에서 다양한 실험이 가능하다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 무중력 상태를 언급한 경우	40 %

13 모범답안 우주 쓰레기

- 다른 우주선을 발사하여 우주 쓰레기를 끌고 들어와 지구 대기와의 마찰에 의해 태워버린다.
- 우주 쓰레기를 포획하여 지상으로 끌고 내려온다.
- 우주 쓰레기에 힘을 가하여 궤도에서 이탈시킨다.

채점 기준	배점
① 우주 쓰레기를 바르게 쓰고, 과학적으로 타당한 경우 정답으로 인정	100 %
② 우주 쓰레기만 바르게 쓴 경우	30 %

우공비 BOX

보충 설명

로켓

탐사 장비(인공위성이나 탐사선 등)를 싣고 가스를 분출하는 방향의 반대 방향으로 작용하는 힘을 이용하여 우주로 나아가요.

보충 설명

우주 쓰레기의 발생 원인

수명이 다한 인공위성이 폭발할 때 생긴 파편이나 미사일 요격 훈련 등 군사 훈련 등에 의해서 많이 발생해요.

보충 설명

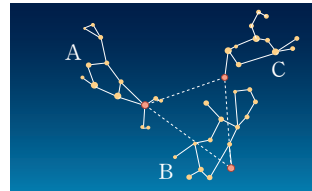
배경별은 아주 멀리 있어서 연주 시차가 나타나지 않는 별이어야 해요.

쉽게 쉽게

(겉보기 등급-절대 등급) 값이 클수록 멀리 있는 별이에요. '겉절이가 클수록 멀리 있는 별'로 쉽게 기억하세요.

오답정기 ㄱ. 하루 동안 별자리는 동 → 서로 이동한다.
ㄴ. 계절에 따른 별자리의 변화는 지구의 공전 때문이다. ㉢ ㉢

02 자료 분석하기



- A : 목동자리 • B : 처녀자리 • C : 사자자리
- 봄하늘에서 목동з리의 아크투루스, 처녀з리의 스피카, 사자з리의 데네볼라가 대삼각형을 이루는 계절은 봄이다.
- 계절별 주요 별자리

봄	여름	가을	겨울
목동자리, 처녀자리, 사자자리	백조자리, 독수리자리, 거문고자리	안드로메다자리, 페가수스자리, 물고기자리	큰개자리, 작은개자리, 오리온자리

알짜풀이 목동з리의 아크투루스, 처녀з리의 스피카, 사자з리의 데네볼라는 봄철의 대삼각형을 이룬다. ㉢ ㉣

03 알짜풀이 계절마다 별자리가 다르게 보이는 이유는 지구가 공전하기 때문이다. ㉢ ㉣

04 알짜풀이 6개월 동안 이동한 각거리, 즉 시차가 0.4"이므로 이 별의 연주 시차는 시차의 $\frac{1}{2}$ 인 0.2"이다.

오답정기 B는 배경별의 역할을 하므로 A보다 먼 거리에 있다. ㉢ ㉣

05 알짜풀이 거리(pc) = $\frac{1}{\text{연주 시차}(")}$ 관계를 이용하여 별까지의 거리를 구한다. 한편, 별의 색깔이 붉은색에서 파란색으로 갈수록 표면 온도가 높은 별이다. ㉢ ㉣

06 알짜풀이 ㉣ 겉보기 등급이 가장 높은 별은 가장 어렵게 보이는 별이므로 절대 등급이 같을 때에는 거리가 가장 먼 C가 가장 어렵게 보인다.

오답정기 ① 가장 멀리 있는 별은 연주 시차가 가장 작은 C이다.
② 가장 가까이 있는 별은 연주 시차가 가장 큰 A이다.
③ 10 pc보다 가까이 있는 별은 연주 시차가 0.1"보다 큰 A와 D이다.
⑤ 10 pc의 거리에 있는 별은 연주 시차가 0.1"인 B이다. ㉢ ㉣

07 알짜풀이 토성에서는 태양으로부터의 거리가 지구에서보다 10배 멀어지므로 밝기는 $\frac{1}{100}$ 배로 줄어든다. 따라서 겉보기 등급은 5등급이 높아진다. 그러나 절대 등급은 변하지 않는다. ㉢ ㉣

08 알짜풀이 (겉보기 등급-절대 등급)의 값은 A는 6, B는 -6, C는 0이다.

㉣ 겉보기 등급과 절대 등급이 같은 별 C는 32.6광년 거리에 있는 별이다.

오답정기 ① C가 B보다 더 멀리 있는 별이다.

대 단 원 별

단원정리하기

• 본책 144~145쪽

- ① 천정 ② 큰곰자리 ③ 연주 시차 ④ 2.5 ⑤ 100
⑥ $\frac{1}{4}$ ⑦ $\frac{1}{9}$ ⑧ 가까이 ⑨ 멀리 ⑩ 파란색 ⑪ 흰색
⑫ 붉은색 ⑬ 막대 ⑭ 10 ⑮ 3 ⑯ 붉은색 ⑰ 파란색 ⑱ 많다 ⑲ 적다 ⑳ 막대 나선 ㉑ 타원 ㉒ 적색 편이 ㉓ 탐사선 ㉔ 우주 쓰레기

단원평가하기

• 본책 146~149쪽

- 01 ③ 02 ④ 03 ③ 04 ① 05 ③ 06 ④ 07 ③
08 ④ 09 ④ 10 ③ 11 ④ 12 ⑤ 13 ④ 14 ④
15 ④ 16 ④ 17 ⑤ 18 해설 참조 19 해설 참조
20 326광년 21 -2등급 22~24 해설 참조

01 알짜풀이 ㄴ. 북극성 근처에 있는 별은 우리나라에서 일 년 내내 볼 수 있다.

ㄷ. 같은 별자리에 속한 별이라도 방향만 같을 뿐 거리는 다를 수 있다.

② A가 B보다 더 멀리 있는 별이다.

③ C는 A보다 거리가 더 가깝다.

⑤ A는 (겉보기 등급—절대 등급) 값이 양수이므로 32.6광년보다 먼 거리에 있다. [답] ④

09 알짜풀이 ④ (겉보기 등급—절대 등급) 값이 0에 가장 가까운 직녀성이 32.6광년에 가장 가까이 있다.

오답탐기 ① (겉보기 등급—절대 등급) 값이 가장 작은 태양이 지구에 가장 가까이 있다.

② (겉보기 등급—절대 등급) 값이 가장 큰 리겔이 가장 멀리 떨어져 있다.

③ 절대 등급이 가장 낮은 리겔이 같은 거리에서 가장 밝게 보인다.

⑤ 시리우스가 태양보다 절대 등급이 더 낮으므로 같은 거리에 있을 때 태양보다 시리우스가 더 밝다. [답] ④

10 알짜풀이 ③ 붉은색을 띠는 안타레스의 표면 온도가 가장 낮다.

오답탐기 ① 겉보기 등급이 가장 낮은 시리우스가 가장 밝게 보인다.

② 파란색에 가까울수록 별의 표면 온도가 높다.

④ (겉보기 등급—절대 등급) 값이 가장 큰 별은 리겔이다.

⑤ 절대 등급이 가장 낮은 별은 리겔이다. [답] ③

11 알짜풀이 겉보기 등급이 절대 등급보다 3등급이 높으므로, 현재 위치에서의 밝기는 10 pc에서의 밝기보다 $\frac{1}{16}$ 배로 어둡게 보인다. 이것은 10 pc에 비해 거리가 4배 떨어진 것이므로 40 pc에 해당한다. [답] ④

12 알짜풀이 우리은하의 중심 방향을 관측하는 여름철에 은하수의 폭이 가장 넓고 밝게 보인다. [답] ⑤

13 알짜풀이 별들은 우리은하의 중심 방향에 밀집되어 분포하며, 태양계는 우리은하의 중심에 있지 않고, 은하의 중심에서 약 3만 광년 떨어진 나선팔에 위치한다. [답] ④

14 알짜풀이 (가) 구상 성단은 은하 중심부와 헤일로에 주로 분포하고, (나) 산개 성단은 원반부(나선팔)에 분포한다. [답] ④

15 알짜풀이 타원 은하와 나선 은하는 은하의 모양이 규칙적이고, 불규칙 은하(C)는 은하의 모양이 규칙적이지 않다. 타원 은하와 나선 은하 중 나선팔이 있는 것은 나선 은하(A)이고, 나선팔이 없는 것은 타원 은하(B)이다. [답] ④

16 알짜풀이 멀어지는 은하로부터 오는 빛에서는 도플러 효과에 의해 파장이 길어져 스펙트럼 상에서 흡수선이 붉은색 쪽으로 치우친다. 이러한 현상을 적색 편이라고 한다. [답] ④

17 알짜풀이 나, 우리나라는 2010년 통신 해양 기상 위성인 천리안을 발사하였다. 천리안은 정지 궤도를 돌면서 임무를 수행하고 있으며, 이를 통해 기상 관측에 필요한 위성 사진을 얻어 날씨나 기상 재해 등을 예측하고 있다.

ㄷ, 우리나라 전남 고흥에 발사 기지인 나로 우주 센터가 완공되었으며, 2013년 나로호 발사에 성공하여 탑재된 인공위성이 정상적으로 궤도에 진입하였다.

우공비 BOX

조심조심

연주 시차가 작을수록 멀리 있는 별이에요.

보충 설명

별은 동→서로 움직여요. 방위각은 시계 방향으로 측정하므로 별이 움직임에 따라 방위각은 커져요.

보충 설명

1920년 새플리는 맥동 변광성의 변광 주기를 이용하여 구상 성단까지의 거리를 구한 후 공간 분포를 추측해 보았더니 태양계는 우리은하의 중심에 있지 않고, 은하의 중심으로부터 약 3만 광년 떨어진 거리에 있다고 밝힘으로써 태양계가 우주의 중심에 있다는 기존의 우주관을 바꾸어 놓았어요.

보충 설명

관측자로부터 멀어질 때는 적색 편이가 나타나고, 관측자에 가까워질 때는 청색 편이가 나타나요.

오답탐기 ㄱ. 2008년 우리나라 최초의 우주인이 국제 우주 정거장에서 10여 일 동안 머물면서 다양한 실험과 연구를 진행하였다. [답] ⑤

18 모범답안 (다) - (가) - (나), 지구가 서에서 동으로 자전하므로 별자리는 동에서 서로 움직인다. 따라서 게자리는 점차 서쪽 지평선 아래로 진다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	7점
② 순서만 맞게 쓴 경우	3점

19 모범답안 방위각은 북점을 기준으로 시계 방향으로 측정하고, 고도는 지평선에서 천정 쪽으로 측정하므로 방위각은 커지고, 고도는 높아진다.

채점 기준	배점
① 방위각과 고도 모두 바르게 설명한 경우	7점
② 방위각과 고도 중 한 가지만 바르게 설명한 경우	3점

20 알짜풀이 32.6광년의 거리에서 1등급의 밝기를 보이는 별이지만 현재 눈으로 보기에는 6등급이므로 32.6광년을 기준으로 할 때보다 $\frac{1}{100}$ 배로 어둡게 보이게 되는 곳에 위치한다. 따라서 거리가 32.6광년보다 10배 먼 326광년에 위치한다.

[답] 326광년

21 알짜풀이 별 A까지의 거리는 $\frac{1}{0.01^2} = 100(\text{pc})$ 이다. 절대 등급은 10 pc의 거리에 위치한다고 가정했을 때의 등급을 나타내므로 현재의 위치보다 10배 가까워지는 경우를 고려해야 한다. 따라서 밝기는 100배 밝아지고, 등급은 5등급 낮아져 절대 등급은 -2등급이 된다. [답] -2등급

22 모범답안 A, 연주 시차가 더 크게 나타나기 때문이다.

채점 기준	배점
① A를 쓰고, 이유를 바르게 설명한 경우	6점
② A만 쓴 경우	2점

23 모범답안 가스와 먼지 같은 성간 물질이 많아 뒤에서 오는 별빛이 통과하기 어렵기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	6점
② 성간 물질이 많다고만 설명한 경우	4점
③ 별빛이 통과하지 못한다는 사실만 설명한 경우	2점

24 모범답안 외부 은하가 우리은하로부터 멀어지면서 도플러 효과로 인해 은하로부터 오는 빛의 파장이 길어졌기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	7점
② 파장의 길이 변화와 은하의 움직임 중 한 가지만 바르게 설명한 경우	3점

VIII. 과학과 인류 문명

12 과학과 인류 문명

• 본책 153, 155 쪽

개념 확인하기

- 01 (1) ㉔ (2) ㉔ (3) ㉔ (4) ㉔ 02 (1) ○ (2) × (3) ○
 03 유비쿼터스 네트워크 기술 04 ㉔ 폴리렌 ㉔ 탄소
 05 (1) ㉔ (2) ㉔ (3) ㉔
 06 (1) ㉔ (2) ㉔ (3) ㉔ 07 휴머노이드 08 ㉔ 공학
 ㉔ 예술 09 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ○ 10 (1) 예술
 (2) 사회 (3) 환경

01 (4) 와트가 발명한 증기 기관은 사람이나 동물의 힘을 대신하여 방적기나 직물기의 새로운 동력원으로 사용되어 제품의 생산량이 크게 증가하였다. 또한, 공업이 발전하면서 농사를 짓거나 가축을 기르던 사람이 공장이나 산업체에서 일하기 시작하였다. 이와 같이 증기 기관은 농업 사회에서 산업 사회로 변화시키는 산업 혁명을 일으켰다.

02 (1) 과학의 큰 변화는 코페르니쿠스가 지구와 다른 행성들이 태양을 중심으로 돌고 있다는 지동설을 주장하면서 시작되었다. 지동설 이전에 사람들은 우주의 중심이 지구라고 믿고 있었기 때문에 지동설은 인류의 가치관을 크게 변화시켰다.

07 인간의 지능, 행동, 감각, 상호 작용 등을 모방하여 인간과 상호 작용을 할 수 있고, 인간의 신체와 유사한 형태를 지닌 로봇은 지능형 로봇인 휴머노이드이다.

중 단 원 별 실력올리기

• 본책 158~159 쪽

- 01 ㉔ 02 ㉔ 03 유전자 변형 생물(GMO) 04 ㉔
 05 ㉔ 06 ㉔ 07 ㉔ 08 ㉔ 09 ㉔ 10 ㉔ 11 ㉔
 12 해설 참조

01 **알파폴이** 불을 이용하여 음식물을 익혀 먹기 시작하면서 기생충에 감염될 확률이 줄어들어 더욱 건강한 삶을 이어갈 수 있었다. ㉔ ㉔

02 **알파폴이** 증기 기관으로 옷감을 짜는 방적기와 방직기가 개발되어 옷감을 대량 생산할 수 있게 되었고, 사회의 주요 산업은 농업에서 공업과 제조업으로 이동하였다. 또, 증기 기관차와 철도가 생겨 사람들이 쉽고 빠르게 이동할 수 있게 되어 도시가 형성되었다. ㉔ ㉔

03 **알파폴이** 생물체의 유용한 유전자를 다른 생물체의 유전자와 결합시켜 특정한 목적에 맞도록 유전자 일부를 변형시켜 만든 생물을 유전자 변형 생물 또는 GMO라고 한다.

㉔ 유전자 변형 생물(GMO)

우공비 BOX

보충 설명

그래핀의 성질

나노 기술을 이용하여 만든 그래핀은 흑연과 같은 탄소로 이루어져 있지만 독특한 배열 때문에 흑연과는 전혀 다른 성질이 나타나요. 그래핀은 구소보다 100배 정도 빠르게 전자를 이동시키고, 구리보다 100배 정도 많은 전류를 흐르게 할 수 있어요. 이런 성질은 반도체, 센서, 메모리 등의 분야에 이용될 수 있어요.

조심조심

과학 기술의 영향

과학 기술 자체는 가치 중립적이지만 이를 활용하는 목적이나 사용자의 의도에 따라 새로 개발된 과학 기술들은 그 성격과 활용 분야를 충분히 고려하고 검토하여 발생할 수 있는 부정적인 영향에 대비할 수 있어야 해요.

보충 설명

유전자 변형 생물은 제초제나 병충해에 대한 저항성을 가지거나 특정 영양소를 더 많이 생산할 수도 있어요. 특히 유전자 변형 옥수수나 가축의 사료나 포도당 주사액의 원료로 사용되거나, 자동차 연료인 에탄올을 만드는 데도 사용돼요.

04 **알파폴이** 폴리렌, 탄소 나노튜브, 그래핀은 탄소로 만들어진 물질이다. ㉔ ㉔

05 **알파폴이** 폴리렌은 탄소 원자가 축구공 모양으로 결합된 물질로, 아주 작은 물질을 가둘 수 있는 구조로 되어 있어서 그 속에 의약품을 넣어 몸속에서 운반하게 하는 기술이 개발되고 있다. 탄소 나노튜브는 탄소 원자가 육각형의 벌집 형태로 결합되어 있으면서 전체적으로 튜브 모양을 한 물질로, 매우 가볍고 단단하며 탄성이 크다. 그래핀은 탄소 원자가 육각형의 벌집 형태로 결합되어 있으면서 판 모양을 한 물질이다. ㉔ ㉔

06 **알파폴이** 우주 항공 기술은 대기와 우주를 통해 움직이는 인공위성, 로켓, 비행기, 우주선 등에 대하여 연구하고, 나노 기술은 원자나 분자 정도의 크기로 매우 작은 물질을 만들고 제어하는 기술과 응용 방법을 연구한다. 또, 정보 통신 기술은 정보를 수집, 저장, 처리, 검색, 전송할 수 있게 연구한다. ㉔ ㉔

07 **알파폴이** 스마트폰은 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 등 여러 분야의 첨단 기술이 결합된 기기로 전화, 카메라, 인터넷 등 여러 가지 기능을 화면에서 직접 선택하거나 버튼을 눌러 쉽게 이용할 수 있다. ㉔ ㉔

08 **알파폴이** 스티키봇은 생물학자의 도마뱀 발바닥 구조에 대한 연구를 바탕으로 하여 기계 공학자가 로봇을 설계하여 만들었다. ㉔ ㉔

09 **알파폴이** 안경을 만들 때 다양한 렌즈를 사용하여 초점을 맞추는 기술은 광학 분야의 전문 기술이 적용된 것이고, 가볍고 착용감 편한 소재는 화학 분야의 전문 기술이, 안경테의 디자인은 예술 분야의 기술이 적용된 것이다. ㉔ ㉔

10 **알파폴이** 과학 기술의 발달이 인간에게 항상 이로운 것만을 주지는 않았다. 통신 기술이 발달하면서 의사소통이 원활해졌지만, 개인의 사생활이 침해받는 경우는 예전보다 더 많아지고 있다. ㉔ ㉔

11 **알파폴이** 과학 기술의 발달은 에너지와 물질의 사용을 급격히 증가시켜 지구 자원의 부족을 가져오고, 이산화 탄소에 의해 지구 대기의 기온이 점점 높아지는 지구 온난화 현상이 나타난다. 이와 같은 환경 변화에 대처하기 위해 화석 연료의 사용을 줄일 수 있는 노력이 필요하다. ㉔ ㉔

12 **알파폴이** 유전자 변형 생물은 어떤 생물체의 유용한 유전자를 다른 생물체의 유전자와 결합시켜 특정한 목적에 맞도록 유전자 일부를 변형시켜 만든 생물이다.

모범답안 장점-영양이 우수하거나 병충해에 강한 생물을 생산할 수 있다. 식량 생산 증대에 도움이 된다. 등 / 단점-생태계를 교란시킬 수 있다. 식품으로 섭취하였을 때 건강에 어떤 영향을 주는지 알 수 없다. 등

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 장점 또는 단점만 설명한 경우	50 %

중 단 원 별

핵심 요약

01. 산과 염기의 성질

• 별책 1쪽

- ① 산성 ② 노란색 ③ 수소 ④ 이산화 탄소(CO_2)
 ⑤ 수소 이온(H^+) ⑥ 수소 이온(H^+) ⑦ 강산 ⑧ 약산
 ⑨ 붉은색 ⑩ 수산화 이온(OH^-) ⑪ 강염기 ⑫ 약염기
 ⑬ 지시약 ⑭ 노란색 ⑮ 붉은색

중 단 원 별

학교시험 문제 01. 산과 염기의 성질

• 별책 2~4쪽

- 01 ③ 02 ③ 03 ⑤ 04 ② 05 ②, ④ 06 ⑤
 07 ⑤ 08 ⑤ 09 ① 10 ① 11 ③ 12 ③ 13 ③
 14 ② 15 ④ 16 ③ 17 ③ 18 H_2SO_4 19 수산화
 이온(OH^-) 20 해설 참조 21 해설 참조 22 해설
 참조

01 ㄱ, ㄷ. 산은 신맛을 내고, 마그네슘 조각과 반응하여 수소 기체를 발생한다.

오답번기 ㄴ. 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시키는 것은 염기성 물질이다. ㄹ ③

02 주어진 물질은 모두 산이다.

③ 산은 이온화할 때 공통적으로 수소 이온(H^+)을 내놓는다.

오답번기 ② 탈수 작용을 하는 것은 황산(H_2SO_4)과 아세트산(CH_3COOH)이다.

④, ⑤ BTB 용액을 파란색으로 변화시키고, 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시키는 것은 염기성 물질이다. ㄹ ③

03 모두 이온화한 (가)는 강산, 부분적으로 이온화한 (나)는 약산의 이온 모형이다.

⑤ 모두 이온화한 것은 (가)이다.

오답번기 ② 산의 세기는 모두 이온화된 (가)가 더 크다.

③ HNO_3 도 강산이며 양이온과 음이온이 1:1로 이온화하므로 수용액에서 (가)와 같은 모형으로 나타낼 수 있다.

④ 산은 이온화하면 수소 이온(H^+)과 음이온으로 나누어진다. ㄹ ⑤

04 전류를 흘려 주면 염산의 수소 이온(H^+)은 (-)극 쪽으로 이동한다. 따라서 실 주변과 (-)쪽 방향으로 색이 붉게 변한다. ㄹ ②

05 ② 전류를 오래 흘려 주면 변색 범위가 넓어진다.

④ 실험 결과는 수소 이온(H^+) 때문이므로 아세트산으로 실험해도 같은 결과가 나온다.

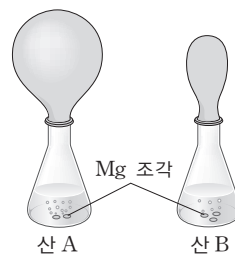
오답번기 ① 염산의 양이온은 (-)극 쪽으로 이동한다.

③ 설탕물은 전류를 흐르게 하지 않기 때문에 실험 결과가 나타나지 않는다.

⑤ 전극의 위치를 서로 바꾸면 바꾸기 전과 반대 방향으로 색 변화가 나타난다. ㄹ ②, ④

우공비 BOX

06 자료 분석하기



• 산은 금속과 반응하여 수소 기체를 발생한다. 이온화된 수소 이온이 많을수록 발생하는 수소 기체가 더 많아 고무풍선이 더 부풀다.

⇒ 산 A가 산 B보다 이온화가 더 잘 된다.

⇒ 산의 세기는 A가 B보다 더 크다.

알짜풀이 수소 기체는 성냥불을 가까이하면 ‘퍽’ 소리를 내며 타고, 산은 달걀 껍데기의 주성분인 탄산 칼슘과 반응하여 이산화 탄소 기체를 발생한다. ㄹ ⑤

07 산은 수소 이온(H^+)과 음이온, 염기는 수산화 이온(OH^-)과 양이온으로 이온화한다. CH_3COOH 의 이온화식은 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ 이다. ㄹ ⑤

08 ㄴ. 모두 이온화하여 두 용액에서 수산화 이온(OH^-)을 내놓고 있다.

ㄷ. 이온화 정도는 (가)가 (나)보다 크다.

ㄹ. 같은 부피에서 이온 수는 (가)가 더 많다.

오답번기 ㄱ. 이온이 존재하므로 (가)와 (나)에서 모두 전류가 흐른다. ㄹ ⑤

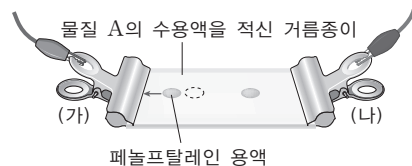
09 염기의 공통성은 OH^- 때문에 나타나며, 차이점은 양이온이 서로 다르기 때문에 나타난다. ㄹ ①

10 수분을 흡수하여 스스로 녹는 조해성이 있는 것은 NaOH 과 KOH 이다. 이 중 공기 중의 이산화 탄소를 흡수하여 탄산나트륨을 생성하는 것은 NaOH 이다. ㄹ ①

11 제산제는 물에 잘 녹지 않는 약염기 물질이 적당하다.

오답번기 NH_4OH 은 약염기이지만 독성이 강하므로 사용할 수 없다. ㄹ ③

12 자료 분석하기



• 염기는 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시킨다.

⇒ 물질 A는 염기이다.

• 페놀프탈레인 용액이 (가) 쪽으로 이동한 것으로 보아 (가)는 (+)극이다.

• (나)는 (-)극으로 양이온이 이동한다.

③ (나)는 (-)극이므로 양이온이 이동한다.

조심조심

NH_3 은 암모니아로 물과 반응하여 수산화 이온을 내놓는 염기예요. CH_3COOH 는 아세트산이예요.

보충 설명

주어진 산은 모두 수소 이온(H^+)을 내놓는 것이 공통점이지만 이온화할 때 한 분자당 내놓는 수소 이온(H^+)의 수는 서로 달라요. 또한 이 산들이 서로 다른 성질을 나타내는 것은 음이온이 서로 다르기 때문이예요.

- 오답탐기** ④ 전극을 반대로 연결하면 페놀프탈레인 용액이 이동하는 방향도 반대이다.
 ⑤ 메틸 오렌지 용액으로 실험을 해도 방울의 이동 방향은 같다. **답 ③**

13 ㄱ. 암모니아가 물에 잘 녹기 때문에 반응이 일어난다. **...**
 ㄴ. 페놀프탈레인 용액이 암모니아와 반응하여 붉은색으로 변하고, 압력 차이로 인하여 분수가 생긴다.

오답탐기 ㄴ. 염화 수소는 산성 물질로 페놀프탈레인 용액과 반응해도 색 변화가 나타나지 않는다. **답 ③**

14 불꽃 반응을 하면 수산화 나트륨(NaOH) 수용액은 노란색, 석회수(Ca(OH)₂)는 주황색을 나타내므로 구별이 가능하고, 탄산음료에는 이산화 탄소 기체가 녹아있으므로 석회수와 반응하면 뿌옇게 흐려지기 때문에 구별할 수 있다. **답 ②**

15 BTB 용액은 염기성에서 파란색을 나타내고, 메틸 오렌지 용액은 염기성에서 노란색을 나타낸다. **답 ④**

16 자료 분석하기

HCl 산성 NaOH 염기성 CH₃COOH 산성 H₂CO₃ 산성
 Ca(OH)₂ 염기성 H₂SO₄ 산성 NH₃ 염기성 HNO₃ 산성

수용액에서 pH가 7보다 작은 것은 산성 물질이다. **답 ③**

17 염기성 물질은 BTB 용액을 파란색으로 변화시킨다. **답 ③**

18 진한 황산은 탈수 작용을 한다. **답 H₂SO₄**

19 염기는 OH⁻ 이 공통 이온이다. **답 수산화 이온(OH⁻)**

20 수산화 나트륨은 이산화 탄소를 흡수한다. **...**

모범답안 A, 수산화 나트륨은 이산화 탄소를 흡수하여 탄산 나트륨을 생성하므로 이산화 탄소가 들어 있는 시험관 A에 수용액이 더 많이 올라온다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 시험관만 바르게 고른 경우	40 %

21 **모범답안** 수용액에서 전류가 흐른다. 등

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %

22 **모범답안** 단백질을 녹이는 것은 염기로 pH가 7보다 큰 물질이다. 따라서 베이킹소다, 제산제, 유리 세정제, 하수구 세척액이 해당한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 단백질을 녹이는 물질만 쓴 경우	40 %

우공비 BOX

보충 설명

물이 들어 있는 스포이트로 등근바닥 플라스크에 물을 조금씩 넣으면 암모니아 기체는 물에 녹아 암모니아수가 되고, 플라스크 안의 압력이 낮아져 페놀프탈레인 용액이 들어 있는 물이 빨려 올라가 붉은 색의 분수를 만들어요.

조심조심

이산화 탄소 기체를 녹이므로 시험관의 압력이 낮아져 수산화 나트륨 수용액이 더 많이 올라오는 것이예요.

보충 설명

중화 반응한 양은 (나)가 가장 많아요. 즉, 용액의 온도가 가장 높아요.

중단원별 핵심 요약 02. 중화 반응

• 별책 5쪽

- ① 중화 반응 ② 1 : 1 ③ 중화점 ④ > ⑤ <
 ⑥ 염기성 ⑦ 중화점 ⑧ 산성 ⑨ 열 ⑩ 중화 반응

중단원별 학교시험 문제 02. 중화 반응

• 별책 6~7쪽

- 01 ④ 02 ① 03 ③ 04 ④ 05 ② 06 ④
 07 ② 08 ③, ⑤ 09 ④ 10 ④ 11 30개 12 1 : 1
 13 MgCO₃, H₂O 14 해설 참조 15 해설 참조

01 ㄴ. 알짜 이온 반응식은 H⁺ + OH⁻ → H₂O이다.
 ㄷ. 중화 반응에서 수소 이온(H⁺)과 수산화 이온(OH⁻)은 1 : 1의 개수비로 반응한다.

오답탐기 ㄱ. 중화 반응이 일어나면 물과 염이 생성되고, 염이 발생한다. **답 ④**

02 중화 반응은 산과 염기가 만나 물을 생성하는 반응이다. H₂와 O₂의 반응은 산화 환원 반응이다. **답 ①**

03 중화 반응이 완전히 일어나려면 수소 이온(H⁺)과 수산화 이온(OH⁻)의 수가 같아야 한다. (다) 용액에서 H⁺과 OH⁻의 수가 같다. **답 ③**

04 반응에 참여하지 않는 이온이 구경꾼 이온으로 Na⁺, Cl⁻이 해당한다. **답 ④**

05 염산(HCl)은 이온화하여 수소 이온(H⁺)을 한 분자당 1개, 황산(H₂SO₄)은 한 분자당 2개를 내놓으므로 수산화 나트륨의 수산화 이온(OH⁻) 100개를 완전히 중화시키기 위해 필요한 염산 분자는 100개, 황산 분자는 50개이다. **답 ②**

06 ④ (라)에는 이온이 존재하므로 전류가 흐른다.

오답탐기 ② (나)의 액성은 염기성이다. 따라서 BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색을 나타낸다.

③ (다)는 중화점으로 H⁺과 OH⁻의 개수비는 1 : 1이다.

⑤ 염화 나트륨이 염으로 생성된다. 따라서 용액을 가열하면 흰색의 염화 나트륨이 남는다. **답 ④**

07 자료 분석하기

구분	H ₂ SO ₄ 의 부피	NaOH 수용액의 부피	중화 반응한 부피	
			H ₂ SO ₄	NaOH
(가)	10 mL	50 mL	10 mL	20 mL
(나)	20 mL	40 mL	20 mL	40 mL
(다)	30 mL	30 mL	15 mL	30 mL
(라)	40 mL	20 mL	10 mL	20 mL
(마)	50 mL	10 mL	5 mL	10 mL

• H₂SO₄ 1개가 이온화하면 H⁺ 2개를 내놓고, NaOH 1개가 이온화하면 OH⁻ 1개를 내놓는다.

→ H₂SO₄과 NaOH은 1 : 2의 부피비로 반응할 때 모두 반응한다.

중화 반응이 일어나면 열이 발생하므로 중화 반응이 가장 많이 일어난 (나)의 온도가 가장 높다. ㉢ ②

08 ③ C의 온도 변화가 가장 크므로 중화한 양이 가장 많다. ⑤ E에 NaOH 수용액 40 mL를 더 넣어주면 H^+ 과 OH^- 의 수가 같아져 용액의 액성은 중성이 된다.

오답정기 ② B는 OH^- 이 H^+ 보다 많으므로 염기성이다. 따라서 BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색으로 변한다.

④ D는 H^+ 이 OH^- 보다 더 많다. ㉢ ③, ⑤

09 벌레 쏘였을 때 통증을 유발하는 것은 폼산 때문이다. 따라서 암모니아수를 바르면 중화되어 통증이 완화된다. 생선의 비린 냄새를 유발하는 물질이 염기성이므로 레몬즙을 뿌려서 중화시킨다. ㉢ ④

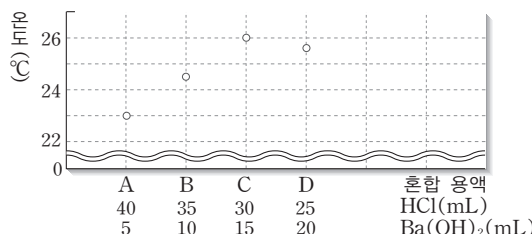
10 조개 껍데기의 주성분은 탄산 칼슘으로 김치의 신맛을 중화한다. 산성화된 토양에 석회 가루를 뿌리는 것도 중화 반응을 이용한 예이다. ㉢ ④

11 수소 이온(H^+)과 수산화 이온(OH^-)은 1 : 1의 개수비로 반응하므로 수소 이온 30개와 수산화 이온 30개가 반응하여 물 분자 30개를 생성한다. ㉢ 30개

12 묽은 황산 1개가 이온화하여 수소 이온 2개, 수산화 칼슘 1개는 이온화하여 수산화 이온 2개를 내놓으므로 같은 농도일 때 같은 부피를 섞으면 중화점에 도달한다. ㉢ 1 : 1

13 탄산(H_2CO_3)은 산이고, 수산화 마그네슘($Mg(OH)_2$)은 염기이다. 따라서 반응하면 중화 반응이 일어나고, 중화 반응이 일어나면 물과 염이 생성된다. ㉢ $MgCO_3$, H_2O

14 자료 분석하기



• HCl 1개 이온화하여 H^+ 1개, $Ba(OH)_2$ 1개 이온화하여 OH^- 2개를 내놓는다. $\Rightarrow HCl : Ba(OH)_2 = 2 : 1$ 의 부피비로 반응한다.

D 용액에는 염산 25 mL와 수산화 바륨 12.5 mL가 반응하므로 용액의 액성은 염기성이다.

모범답안 노란색, D 용액은 OH^- 가 H^+ 보다 많으므로 액성이 염기성이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 색 변화만 쓴 경우	40 %

15 모범답안 C, 중화점에서 중화 반응이 완전히 일어나므로 용액의 온도가 가장 높다.

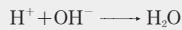
채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %

우공비 BOX

보충 설명

중화 반응한 양은 C가 80 mL로 가장 많아요.

필수 자료



보충 설명

- 빠르게 일어나는 산화 반응 : 연소, 폭발, 용접 등
- 느리게 일어나는 산화 반응 : 철의 부식, 부패, 호흡 등

중 단 원 별

핵심 요약

03. 산화 환원 반응

• 별책 8쪽

- ① 산소 ② 산소 ③ 산화제 ④ 환원제 ⑤ 산화 철
⑥ 희생 금속 ⑦ 합금 ⑧ 환원 ⑨ 연소 ⑩ 환원
⑪ 산화

중 단 원 별

학교시험 문제 03. 산화 환원 반응

• 별책 9~11쪽

- 01 ② 02 ③ 03 ② 04 ④ 05 ③ 06 ⑤
07 ④ 08 ③ 09 ② 10 ⑤ 11 ④ 12 ②
13 ⑤ 14 ② 15 ④ 16 산소, O_2 17 산화제 : NO,
환원제 : CO 18 해설 참조 19 해설 참조

01 연소와 같이 빠르게 일어나는 산화 반응도 있고, 금속의 부식과 같이 느리게 일어나는 산화 반응도 있다. ㉢ ②

02 환원은 물질이 산소를 잃는 반응이다. ③에서 HgO 이 산소를 잃고 Hg 으로 환원된다. ㉢ ③

03 (가)에서 구리는 공기 중의 산소와 결합하여 산화된다. 즉, 산소는 구리를 산화시키는 산화제로 작용한다. ㉢ ②

04 ㄱ, ㄴ. (가)에서 구리가 산화되어 검은색의 산화 구리(Ⅱ)가 생성되므로 구리판의 색이 검은색으로 변한다.

오답정기 ㄴ. 구리가 공기 중의 산소와 결합하므로 구리판의 질량은 결합한 산소의 질량만큼 증가한다. ㉢ ④

05 자료 분석하기



- 삼각 플라스크 안에서 염산과 아연 조각이 반응하여 수소 기체가 발생한다. $\Rightarrow 2HCl + Zn \longrightarrow H_2 + ZnCl_2$
- 발생한 수소 기체와 산화 구리(Ⅱ)가 산화 환원 반응을 한다.
 $\Rightarrow CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$

③ 산화 구리(Ⅱ)는 산소를 잃고 구리가 되고, 수소는 산소를 얻어 물이 된다.

오답정기 ①, ② ㉣은 수소가 산화되어 생성된 물(H_2O)이다.

⑤ 산화 구리(Ⅱ)는 산화제, 수소는 환원제로 작용한다. ㉢ ③

06 CuO 는 환원되면서 C를 산화시켰으므로 산화제이고, C는 산화되면서 CuO 를 환원시켰으므로 환원제이다. ㉢ ⑤

07 $2Mg + CO_2 \longrightarrow 2MgO + C$ 의 반응이 일어나 산소가 없는 환경에서도 마그네슘이 계속해서 연소되므로, 마그네슘에 붙은 불은 이산화 탄소 소화기로 끌 수 없다. ㉢ ④

08 ③ 실험 (나)에서 구리가 산화되어 새로운 물질인 산화 구리(II)가 되며, 산화 구리(II)는 전류가 통하지 않는다.

오답نب기 ② (나)에서 구리가 공기 중의 산소와 결합하므로 구리 조각의 질량은 증가한다.

⑤ 금속의 산화는 새로운 물질이 생성되는 화학 변화이다. **답 ③**

09 철이 산화되면 붉은색으로 변하고, 강도가 약해져 쉽게 부스러지며, 전기 전도성을 잃는다. **답 ②**

10 철로 만든 선박에 아연 덩어리를 부착하는 것은 희생 금속을 이용하여 철의 산화를 방지하는 것으로 실험 결과와 직접적인 연관이 없다. **답 ⑤**

11 ㄴ. 석회석은 철광석의 불순물을 제거하는 역할을 한다. ㄷ. 철을 제련하기 위해서는 높은 온도로 가열해야 한다. **오답نب기** ㄱ. 철광석의 산화 철(III)이 산소를 잃고 환원되어 철이 된다. **답 ④**

12 Fe_2O_3 은 자신이 환원되면서 CO를 산화시키는 산화제이다. **답 ②**

13 메테인의 연소는 빠르게 일어나는 산화 반응으로 반응 결과를 즉시 관찰할 수 있다. **답 ⑤**

14 ② 광합성 과정에서는 이산화 탄소가 환원된다. **오답نب기** ④ 호흡 과정에서는 포도당이 산화된다. ⑤ 광합성이 일어나기 위해 빛에너지가 필요하다. **답 ②**

15 제산제가 위 속에서 위산을 중화시키는 것은 중화 반응의 예이다. 중화 반응에서는 산화 환원이 일어나지 않는다. **답 ④**

16 제시된 반응은 산화 환원 반응으로 모두 산소가 관여한다. **답 산소, O_2**

17 NO는 산소를 잃고 N_2 로 환원되었으므로 산화제이고, CO는 산소를 얻어 CO_2 로 산화되었으므로 환원제이다. **답 산화제 : NO, 환원제 : CO**

18 연소, 불꽃놀이, 폭발 등 빠르게 일어나는 산화 반응에서는 열과 빛이 발생하기도 한다. **모범답안** 산화 환원 반응이다. / 빠르게 일어나는 반응이다. / 열과 빛이 발생한다. 등

채점 기준	배점
① 공통점 두 가지를 바르게 설명한 경우	100 %
② 한 가지만 바르게 설명한 경우	50 %

19 **모범답안** 오래된 다리의 페인트칠이 벗겨져 산소와 물에 노출되면 산화가 일어나 강도가 약해지므로, 이를 방지하기 위해 주기적으로 페인트칠을 한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 철의 산화를 방지하기 위해서라고만 설명한 경우	70 %

우공비 BOX

용어알기

화학 변화

어떤 물질이 성질이 다른 새로운 물질로 변하는 현상을 화학 변화라고 해요.

조심조심

산소와 물이 철의 산화에 미치는 영향을 알아보는 실험이므로, 산소와 물을 차단하여 철의 부식을 방지하는 것과 관련이 있어요.

보충 설명

우성 순종과 열성 순종

AA, BB, RR과 같이 대문자로만 이루어진 것을 우성 순종, aa, bb, rr과 같이 소문자로만 이루어진 것을 열성 순종이라고 해요.

조심조심

산과 염기의 중화 반응에서는 산화되거나 환원되는 물질이 없어요.

쉽게쉽게

생식세포를 만들 때 대립 유전자가 분리되어 각각 다른 생식세포로 들어가요.

중 단 원 별

핵심 요약

04. 유전의 기본 원리

• 별책 12 쪽

- ① 유전 ② 표현형 ③ 유전자형 ④ 우성 ⑤ 열성
⑥ 우성 ⑦ 분리 법칙 ⑧ 독립 법칙 ⑨ 분리 법칙
⑩ 중간 유전

중 단 원 별

학교시험 문제 04. 유전의 기본 원리

• 별책 13~15 쪽

- 01 ④ 02 ② 03 ③ 04 ①, ③ 05 ② 06 ③
07 ⑤ 08 ② 09 ④ 10 ③ 11 ③ 12 ⑤ 13 ②
14 ① 15 ④ 16 ③ 17 해설 참조 18 RRYy, RrYY, RRYy, RrYy 19 해설 참조

● **01** 순종은 한 형질을 결정하는 한 쌍의 유전자가 같은 개체이다. AA는 우성 순종, bb는 열성 순종이다. **답 ④**

02 대립 형질은 하나의 특성에 대해 뚜렷하게 대비되는 형질이므로 씨 색깔, 콩깍지의 모양 등 같은 기준으로 비교해야 한다. 완두의 대립 형질은 다음 표와 같다.

구분	씨 모양	씨 색깔	콩깍지 모양	꽃이 피는 위치	줄기의 키
우성	둥글다	황색	매끈하다	잎겨드랑이	크다
열성	주름지다	초록색	주름지다	줄기 끝	작다

답 ②

● **03** 잡종 1대의 황색 완두 유전자형은 Yy이므로, 잡종 1대는 유전자 Y를 갖는 생식세포와 유전자 y를 갖는 생식세포를 1 : 1의 비율로 만든다. **답 ③**

04 ①, ③ 우열 관계가 뚜렷한 대립 형질을 가진 순종의 개체끼리 교배하면 잡종 1대에서 우성 형질만 나타난다.

오답نب기 ② 잡종 1대의 유전자형은 Rr이므로, 잡종이다.

④ 잡종 1대의 둥근 완두를 주름진 완두(rr)와 교배하면 잡종 2대에서 둥근 완두 : 주름진 완두가 1 : 1의 비율로 나타난다 ($Rr \times rr \rightarrow Rr, rr$).

⑤ 이 실험 결과를 통해 우성과 열성은 확인할 수 있지만, 분리 법칙은 확인할 수 없다. **답 ①, ③**

05 순종의 황색 완두(YY)와 순종의 초록색 완두(yy)를 교배하면 잡종 1대에서는 황색 완두(Yy)만 나타난다. 잡종 1대의 황색 완두에서 유전자 Y를 가진 생식세포와 유전자 y를 가진 생식세포가 만들어지고, 자가 수분에 의해 암수 생식세포 사이에서 수정이 일어나면 잡종 2대에서는 유전자형이 YY : Yy : yy = 1 : 2 : 1의 비율로 나타난다. 이때 순종(YY, yy) : 잡종(Yy)의 비율은 1 : 1이다. **답 ②**

06 잡종 2대에서 황색 완두 : 초록색 완두는 3 : 1의 비율로 나타나므로, 총 480개의 완두 중 황색 완두는 360개이다. 이 황색 완두 중 순종(YY) : 잡종(Yy)의 비율은 1 : 2이므로, 순종의 개체는 $360 \times \frac{1}{3} = 120(\text{개})$ 이다. **답 ③**

우공비 BOX

조심조심

붉은색 유전자(R)와 흰색 유전자(W) 사이의 우열 관계가 불명확하여 유전자형이 RW인 분꽃의 꽃 색깔이 분홍색이 되는 거예요. 분홍색 유전자가 붉은색과 흰색 유전자에 대해 우성이어서 분홍색 분꽃이 나온 것으로 생각하면 안 돼요.

보충 설명

등글고 황색인 완두(RrYy)에서 생식세포 분열이 일어날 때 대립 유전자인 R과 r, Y와 y가 각각 독립적으로 분리되어 서로 다른 생식세포로 들어간 결과 RY, Ry, rY, ry인 생식세포가 만들어져요.

쉽게쉽게

잡종 2대의 분리비

• 씨의 모양 ➡

등근 완두 : 주름진 완두 = 1 : 1

• 씨의 색깔 ➡

황색 완두 : 초록색 완두 = 1 : 1

07 대립 형질을 가진 순종의 개체끼리 교배할 경우 자손에서는 어버이의 형질 중 우성인 한 가지 형질만 나타나므로, 우성과 열성을 구분할 수 있다. **답 ⑤**

08 (가)와 (다)는 유전자 T를 가진 생식세포와 유전자 t를 가진 생식세포가 결합하여 만들어진 것이고, (나)는 유전자 t를 가진 생식세포끼리 결합하여 만들어진 것이다. 따라서 (가)는 Tt, (나)는 tt, (다)는 Tt이다. **답 ②**

09 키 큰 형질이 키 작은 형질에 대해 우성이며, 잡종 2대에서는 키 큰 완두와 키 작은 완두가 3 : 1의 비율로 나타난다. 따라서 잡종 2대에서 우성 형질인 키 큰 완두가 나타날 확률은 $\frac{3}{4} \times 100 = 75(\%)$ 이다. **답 ④**

10 유전자형이 Tt인 (가)와 유전자형이 tt인 (나)를 교배하면 $Tt \times tt \rightarrow Tt, tt$ 이므로, 자손에서 키 큰 완두 : 키 작은 완두가 1 : 1의 비율로 나타난다. **답 ③**

11 잡종 1대에서는 우성 형질인 등글고 황색인 완두만 나타난다. 잡종 1대의 유전자형은 양성 잡종(RrYy)이다. **답 ③**

12 잡종 1대의 등글고 황색인 완두(RrYy)에서 생성되는 생식세포의 유전자형은 RY, Ry, rY, ry이다. 생식세포는 상동 염색체가 존재하지 않으며, 유전자 R과 Y는 다른 염색체에 있다. **답 ⑤**

13 잡종 2대에서 등글고 황색 : 등글고 초록색 : 주름지고 황색 : 주름지고 초록색 = 9 : 3 : 3 : 1로 나타나므로, 잡종 2대에서 등글고 초록색인 완두는 $320 \times \frac{3}{16} = 60(\text{개})$ 이다. **답 ②**

14 ㄱ. 순종의 등글고 황색인 완두(RRYY)에서는 유전자형이 RY인 생식세포가 만들어지고, 순종의 주름지고 초록색인 완두(rryy)에서는 유전자형이 ry인 생식세포가 만들어진다. 따라서 두 생식세포가 결합하여 형성되는 잡종 1대의 유전자형은 RrYy이고, 표현형은 등글고 황색이다.

ㄴ. 잡종 1대의 등글고 황색인 완두(RrYy)에서 생성되는 생식세포의 유전자형은 RY, Ry, rY, ry 4종류이다.

ㄷ. 잡종 1대의 등글고 황색인 완두(RrYy)와 주름지고 초록색인 완두(rryy)를 교배하여 얻은 잡종 2대의 유전자형은 다음 표와 같다.

생식세포	RY	Ry	rY	ry
ry	RrYy	Rrry	rrYy	rrry

즉, 잡종 2대에서는 등글고 황색 : 등글고 초록색 : 주름지고 황색 : 주름지고 초록색 = 1 : 1 : 1 : 1의 비율로 나타난다. 따라서 잡종 2대에서 총 400개의 완두를 얻었을 때 주름진 완두(rrYy, rrry)는 이론상 그 절반인 200개가 나온다.

오답정정 ㄴ. 잡종 2대에서 나올 수 있는 황색 완두(RrYy, rrYy)는 이론상 200개이다.

ㄹ. 잡종 2대에서 잡종 1대와 같은 유전자형을 가진 완두(RrYy)는 이론상 100개이다. **답 ①**

15 ④ 잡종 1대의 분홍색 분꽃(RW)을 자가 수분하여 얻은 잡종 2대에서는 붉은색 분꽃(RR) : 분홍색 분꽃(RW) : 흰색 분꽃(WW) = 1 : 2 : 1의 비율로 나타나며, 표현형과 유전자형의 분리비가 일치한다.

오답정정 ① 분홍색 분꽃(RW)은 모두 잡종이다.

②, ③ 분꽃의 꽃 색깔 유전에서 붉은색 유전자와 흰색 유전자 사이의 우열 관계가 불명확하므로, 순종의 붉은색 분꽃과 순종의 흰색 분꽃을 교배하였을 때 잡종 1대에서 어버이의 중간 형질인 분홍색 분꽃이 나타난다. **답 ④**

16 잡종 2대에서 붉은색(RR) : 분홍색(RW) : 흰색(WW) = 1 : 2 : 1의 비율로 나타난다. 따라서 유전자형이 잡종인 분꽃이 나타날 확률은 $\frac{2}{4} \times 100 = 50(\%)$ 이다. **답 ③**

17 **모범답안** 등근 완두 : 주름진 완두 = 3 : 1, 이와 같은 표현형의 분리비가 나타난 것을 통해 생식세포 생성 시 대립 유전자가 분리되어 각각 서로 다른 생식세포로 들어간다는 분리 법칙을 확인할 수 있다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 잡종 2대에서 나타나는 표현형의 분리비만 바르게 쓴 경우	30 %

18 어버이로부터 각각 RY와 rY, RY와 Ry의 유전자를 가지는 생식세포가 생성되므로, 이들의 결합으로 RRYY, RrYY, RRYy, RrYy의 유전자형을 가진 잡종 1대가 형성된다. **답** RRYY, RrYY, RRYy, RrYy

19 **모범답안** 3가지, 자손의 유전자형은 AA, Aa, aa 3가지인데, 유전자형이 Aa인 개체에서 어버이의 중간 형질이 나타나기 때문이다.

채점 기준	배점
① 자손에서 나타나는 표현형의 종류와 그 이유를 모두 바르게 설명한 경우	100 %
② 자손에서 나타나는 표현형의 종류만 바르게 쓴 경우	30 %

중단원 별

핵심 요약

05. 사람의 유전

• 별책 16쪽

① 가계도 ② 통계 ③ tt ④ 우성 ⑤ AA, AO
⑥ 다인자 ⑦ 반성 유전 ⑧ 우성 ⑨ XX'

중단원 별

학교시험 문제 05. 사람의 유전

• 별책 17~19쪽

01 ⑤ 02 ② 03 ① 04 ④ 05 ② 06 ②
07 ⑤ 08 ③ 09 ⑤ 10 ④ 11 ⑤ 12 ④ 13 ③
14 ③ 15 ④ 16 (라) 17 1, 2, 3, 4, 6, 11 18 해설
참조 19 (가) BO (나) AB 20 해설 참조

01 사람의 유전 형질은 환경의 영향을 많이 받기 때문에 그 형질이 유전에 의해 나타난 것인지, 환경에 의해 나타난 것인지 알기 어렵다. ㉑ ⑤

02 특정 형질에 대해 가능한 많은 사람을 조사하여 얻은 자료를 통계적으로 처리하고 분석하여 유전 원리를 알아내는 방법을 통계 조사라고 한다. ㉑ ②

03 부모에 없던 특정 형질이 자녀에게 나타났을 때 부모의 형질이 우성, 자녀의 특정 형질이 열성이다. 따라서 V자형 이마를 가진 부모 사이에서 일자형 이마를 가진 자녀가 태어났다면 V자형이 우성, 일자형이 열성이다. ㉑ ①

04 ABO식 혈액형은 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되는데, 미맹, 혀말기, 귓볼 모양과 달리 형질 결정에 관여하는 대립 유전자의 종류가 A, B, O 3가지이다. ABO식 혈액형 유전에서 유전자 A와 B 사이에는 우열 관계가 없고, 유전자 A와 B는 유전자 O에 대해 각각 우성이다. ㉑ ④

05 자료 분석하기

• 정상인 부모(가, 나)로부터 미맹인 아들이 태어났으므로, 정상인 우성, 미맹이 열성이며 부모의 유전자형은 잡종(Tt)이다.
• 부모 중 한 명이 미맹인 경우 그 자녀는 항상 미맹 유전자를 가진다.

자녀에서 미맹이 나타났으므로 정상인 부모(가, 나)의 유전자형은 모두 잡종(Tt)이다. 또 부모 중 한 명이 미맹(tt)이므로 정상인 자녀(마)의 유전자형은 잡종(Tt)이다. ㉑ ②

06 ② (가)의 여자 형제가 미맹이므로 (가)의 아버지는 미맹 유전자를 가진다.

오답보기 ① 미맹은 정상에 대해 열성으로 유전된다.

③ 유전자형을 확실히 알 수 없는 사람은 (다)와 (라)이다.

④ (가)와 (나) 사이에서 새로운 자녀가 태어난다면 자녀의 유전자형은 $Tt \times Tt \rightarrow TT, Tt, Tt, tt$ 이므로, 미맹은 25%의 확률로 나타난다.

⑤ (마)가 미맹인 여자와 결혼하여 낳은 자녀의 유전자형은 $Tt \times tt \rightarrow Tt, tt$ 이므로, 자녀가 미맹일 확률은 $\frac{1}{2} \times 100 = 50\%$ 이다. ㉑ ②

07 혀말기는 유전자가 상염색체에 있고, 한 쌍의 대립 유전자에 의해 형질이 결정되며, 멘델 법칙을 따라 유전된다. 따라서 부모 중 한 명이 우성 준종일 경우 자손에서는 열성인 혀말기 불가능 형질이 나타나지 않는다. 즉, 유전자형이 준종인 혀말기 가능한 남자(RR)와 혀말기 불가능한 여자(rr)가 결혼하여 낳은 자녀의 유전자형은 모두 Rr로, 혀말기 가능한 자녀만 태어난다. ㉑ ⑤

우공비 BOX

필수 자료

통계 조사

사람은 자손의 수가 적기 때문에 특정 형질을 가진 여러 집단의 가계도를 조사한다고 해도 유전의 원리를 확실하게 알 수 없어요. 이런 경우에는 여러 사람들로 이루어진 집단을 대상으로 유전 형질에 대해 조사하고 자료를 통계 처리하여 유전 현상을 연구하는데, 이를 통계 조사라고 해요. ㉑ 우리나라 사람의 지문 유형 비율 조사

쉽게 쉽게

부모의 유전자형이 AO와 BO일 때는 자녀에서 A형, B형, AB형, O형이 모두 나타날 수 있어요.

생식세포	A	O
B	AB	BO
O	AO	OO

보충 설명

정상인 부모 사이에서 미맹인 자녀가 태어났으므로 미맹은 정상에 대해 열성이예요. 따라서 PTC 용액의 쓴맛을 느끼는 사람의 유전자형은 TT 또는 Tt가 되고, 미맹인 사람의 유전자형은 tt가 됩니다.

08 부모에게 없던 형질이 자녀에게 나타난 경우, 부모의 형질이 우성이고 자녀의 형질이 열성이며, 부모의 유전자형은 모두 잡종이다. $Ee \times Ee \rightarrow EE, Ee, Ee, ee$ 이므로, 자녀에서 부착형 귓볼이 나타날 확률은 $\frac{1}{4} \times 100 = 25(\%)$ 이다. ㉑ ③

09 ⑤ (가), (나)의 친할머니와 외할머니 모두 O형이므로, 아버지와 어머니는 모두 유전자 O를 가진다. 따라서 (가), (나)의 부모의 유전자형은 어머니가 AO, 아버지가 BO이므로, (나)의 유전자형은 BO이다. (나)가 AB형인 남자와 결혼하여 낳은 자녀의 유전자형은 $BO \times AB \rightarrow AB, BB, AO, BO$ 이므로, 자녀에서 나타날 수 있는 혈액형은 AB형, B형, A형 3가지이다.

오답보기 ① (가)의 아버지와 어머니는 유전자형이 모두 잡종이다.

② $AO \times BO \rightarrow AB, AO, BO, OO$ 이므로, (가)가 AB형이 될 확률은 $\frac{1}{4} \times 100 = 25(\%)$ 이다.

③ (가)의 고모가 O형이므로, 친할머니와 친할아버지는 모두 유전자 O를 가진다. 따라서 친할아버지의 유전자형은 BO, 친할머니의 유전자형은 OO이다.

④ (나)의 유전자형은 BO 1가지만 가능하다. ㉑ ⑤

10 3의 혈액형이 B형이므로, 어머니의 유전자형은 AO이다. 따라서 $AB \times AO \rightarrow AA, AO, AB, BO$ 이므로 2에서 나타날 수 있는 혈액형은 A형, B형, AB형 3가지이다. ㉑ ④

11 아들의 색맹 유전자는 어머니로부터 물려받은 것이므로, 아들이 색맹이면 어머니는 정상이라도 색맹 유전자를 가진 보인자임을 알 수 있다. 딸은 X 염색체를 아버지와 어머니로부터 각각 1개씩 물려받으므로 아버지가 정상이면 딸은 항상 정상 유전자 1개를 가지게 되어 어머니가 색맹 유전자를 물려주더라도 표현형이 정상이다. ㉑ ⑤

12 자료 분석하기

(다)와 (라)는 어머니가 색맹이므로, 색맹 유전자를 갖는 보인자이다.

(라)는 어머니(나)가 색맹이고 아들(바)가 색맹인 것으로 보아 색맹 유전자(X')를 가지는 보인자이다. ㉑ ④

13 (마)의 아버지가 색맹이고, 어머니(다)가 보인자이므로, $X'Y \times XX' \rightarrow XX', X'X', XY, X'Y$ 이다. 따라서 딸인 (마)가 색맹일 확률은 50%이다. ㉑ ③

14 ③ (다)가 O형이므로 그 부모인 (가)와 (나)는 모두 유전자 O를 가진다. 따라서 (가)와 (나) 모두 ABO식 혈액형 유전자형이 AO이다.

우공비 BOX

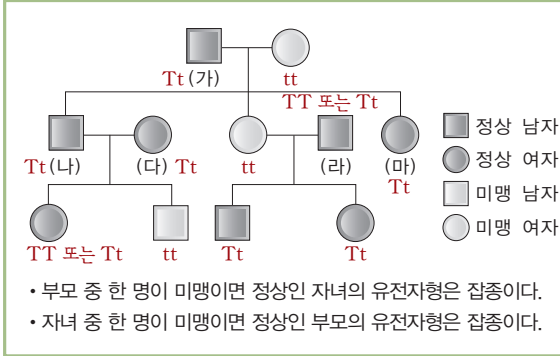
오답내기 ① (가)와 (나) 사이에서 색맹인 딸(다)이 태어났으므로, (가)와 (나) 모두 색맹 유전자(X')를 가진다.

④ (다)는 색맹인 여사이므로 색맹 유전자형은 X'X'이다.

⑤ (다)와 (라) 사이에서 태어난 자녀의 유전자형은 OO×AB→AO, BO가 가능하므로, 자녀의 ABO식 혈액형은 A형 또는 B형이다. **답 ③**

15 아버지가 AB형이고 어머니가 O형이므로 자녀에게는 A형이나 B형이 나타나고, 어머니가 색맹 유전자를 가지지 않으므로 아들은 항상 정상이다. **답 ④**

16 자료 분석하기



이 가족 구성원의 미맹 유전자형은 (가)는 Tt, (나)는 Tt, (다)는 Tt, (라)는 TT 또는 Tt, (마)는 Tt이다. (라)의 자녀 중에는 미맹이 없으므로 (라)는 순종인지 잡종인지 확실히 알 수 없다. **답 (라)**

17 V자형 이마를 가진 부모 사이에서 일자형 이마를 가진 자녀가 태어난 경우 V자형 이마가 일자형 이마에 대해 우성이고, 부모는 모두 잡종(Vv)이다. 또 부모 중 한 명이 일자형 이마를 가진 경우 V자형 이마를 가진 자녀도 유전자 v를 가지게 되므로 잡종(Vv)이다. **답 1, 2, 3, 4, 6, 11**

18 **모범답안** 50%, 11의 유전자형이 Vv이며, Vv×Vv→Vv, vv이므로 자녀에서 V자형 이마 : 일자형 이마가 1 : 1의 비율로 나타난다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 자녀에서 일자형 이마 모양이 나올 확률만 바르게 쓴 경우	30 %

19 (가)가 A형인 여자와 결혼하여 낳은 자녀의 혈액형이 O형, AB형, B형, A형이므로, (가)는 유전자 B와 O를 가져야 한다. (나)가 O형인 여자와 결혼하여 낳은 자녀의 혈액형이 A형과 B형이므로 (나)는 유전자 A와 B를 모두 가져야 한다. 즉, (가)의 유전자형은 BO, (나)의 유전자형은 AB이다. **답 (가) BO (나) AB**

20 **모범답안** 어머니가 색맹이므로 아들은 항상 색맹이고, 아버지가 정상이므로 딸은 항상 정상이다.

채점 기준	배점
① 아들과 딸의 색맹 여부를 모두 바르게 설명한 경우	100 %
② 아들과 딸의 색맹 여부 중 하나만 바르게 설명한 경우	50 %

조심조심

화석은 과거 생물의 유해나 흔적을 말해요. 지각의 역전 현상이 일어나지 않았다면 아래쪽의 생물이 원시적인 형태이므로, 아래쪽 생물부터 변화를 확인해야 해요.

보충 설명

이마 모양 유전에서 V자형이 우성, 일자형이 열성이므로, 일자형인 5의 유전자형은 vv예요. 따라서 5의 자녀는 항상 일자형 유전자(v)를 가지게 되므로, V자형 이마 모양인 11의 유전자형은 Vv예요.

조심조심

물속 생활에서 육상 생활로 진화가 이루어진다고 하지만, 모든 경우에 성립하지는 않아요. 고래의 경우 육상 생활을 하다가 물속 생활을 하는 생물이예요.

중 단 원 별

핵심 요약 06. 생물의 진화

• 별책 20쪽

- ① 화석 ② 커지는 ③ 줄어드는 ④ 육상 ⑤ 물속
⑥ 같으나 ⑦ 달라진 ⑧ 다르나 ⑨ 퇴화 ⑩ 용불용설
⑪ 획득 형질 ⑫ 자연 선택설 ⑬ 개체 변이 ⑭ 돌연변이
이설 ⑮ 격리설 ⑯ 돌연변이

중 단 원 별

학교시험 문제 06. 생물의 진화

• 별책 21~23쪽

- 01 ④ 02 ⑤ 03 ③ 04 ⑤ 05 ⑤ 06 ④ 07 ③
08 ⑤ 09 ④ 10 ⑤ 11 ④ 12 ③ 13 (1) 해설 참조
(2) 해설 참조 14 해설 참조 15 용불용설 16 해설 참조
17 (라)–(다)–(나)–(가) 18 침팬지

01 진화는 생물이 환경에 적응하는 과정에서 나타나는 변화를 의미한다. 진화가 일어나는 과정에서 특정 기관은 퇴화하기도 한다. **답 ④**

02 ⑤ 고래의 화석을 통해 고래는 육지에 살다가 점차 물속 환경에 적합한 형태로 적응했다는 것을 알 수 있다.

오답내기 ① 다리는 점점 짧아져서 지느러미로 변화하였다.

② 육상 생활에 적합한 다리를 가졌다가 물갈퀴가 있는 구조를 거쳐 현재와 같이 물속 생활에 적응하는 구조로 변화하였다.

③ 고래의 조상은 육상 생활에 적합한 4개의 다리를 가졌다.

④ 고래는 현재 지느러미 구조를 가지고 있다. 현재 고래의 몸에는 뒷다리 뼈가 흔적 기관으로 남아 있다. **답 ⑤**

03 말의 서식지가 숲에서 초원으로 바뀌면서 말의 형태는 초원에서 뛰어다니기 적합하게 변화하였다. 말의 몸은 커지고 발가락의 수는 줄어드는 방향으로 진화하였다. **답 ③**

04 척추동물은 초기 발생 과정에서 아가미 틈이나 꼬리와 같은 유사한 구조를 갖는다. 이를 통해 척추동물이 공통의 조상에서 진화했음을 알 수 있다. 이는 진화의 발생학상의 증거이다.

⑤ 척추동물 발생 초기 기관인 아가미 틈과 꼬리는 발생이 진행되면서 사라진다. **답 ⑤**

05 모양과 기능은 유사하지만 기본 구조와 발생 기원이 다른 기관을 상사 기관이라고 한다. 상어와 돌고래의 가슴 지느러미는 현재 모양과 기능이 유사하지만 상어의 가슴 지느러미는 어류의 지느러미이고 돌고래의 가슴 지느러미는 포유류의 앞다리가 변해서 된 것이다. **답 ⑤**

06 진화의 증거에 대한 발생학상의 증거는 척추동물의 초기 발생 모습을 통해 확인할 수 있으며, 비교 해부학상의 증거는 상동 기관, 상사 기관, 흔적 기관이다. 척추동물의 앞다리 뼈는 기본 골격 구조가 비슷하지만 현재 형태와 기능이 달라졌는데, 이러한 기관을 상동 기관이라고 한다.

④ 발생학상의 증거와 비교 해부학상의 증거를 통해 척추동물이 공통의 조상으로부터 진화했다는 것을 알 수 있다.

오답내기 ② 척추동물은 물속 생활에서 육상 생활로 진화하였다.

⑤ 발생 기원은 다르지만 같은 환경에 적응하여 형태나 기능이 비슷해진 기관은 비교 해부학상의 증거 중 상사 기관에 해당한다. ㉠ ④

07 ③ 높은 곳의 먹이를 먹기 위해 점점 기린의 목이 길어지는 방향으로 진화하였다는 진화설은 용불용설이다. 용불용설은 생물의 기관은 많이 사용할수록 발달한다고 설명한다.

오답탐기 ①, ⑤ 다른 종의 생물과 교배하지 않는다는 것은 생식적 격리, 바다나 사막 등에 의해 격리되어 새로운 종이 나타난다는 것은 지리적 격리를 의미한다. 생식적·지리적 격리에 의해 진화가 일어난다는 진화설은 격리설이다.

② 돌연변이에 의해 새로운 종이 나타난다고 주장하는 진화설은 돌연변이설이다.

④ 다양한 변이가 일어난 개체 중 생존 경쟁에 유리한 개체가 자연 선택된다는 진화설은 자연 선택설이다. ㉠ ③

08 ⑤ 라마르크가 주장한 용불용설에서는 획득 형질의 유전을 주장하였다. 획득 형질은 체세포의 변화이므로 자손에게 유전되지 않는다. 따라서 현대 진화론에서 인정하지 않는다.

오답탐기 ①, ② 획득 형질은 노력으로 얻을 수 있는 후천적 형질이다. 따라서 획득 형질을 얻는 것이 어려운 것은 아니다.

③ 돌연변이가 대부분 불리한 방향으로 일어난다.

④ 특정 지역의 생물의 진화에 대해서만 설명할 수 있는 것은 격리설이다. ㉠ ⑤

09 산업 혁명 전과 후를 비교해 보면 산업 혁명 전에는 밝은 색을 띠는 지의류가 많이 살고 있었으나 산업 혁명 이후 지의류가 사라져 나무가 어두운 색을 띠게 되었다. 따라서 산업 혁명 전에는 검은색 나방이 천적의 눈에 잘 띄어 더 잘 잡아먹히고, 산업 혁명 후에는 흰색 나방이 천적의 눈에 잘 띄어 더 잘 잡아먹히게 된다. 이는 적자 생존에 의한 자연 선택을 의미하므로 자연 선택설로 설명할 수 있다. ㉠ ④

10 ⑤ 더프리스가 주장한 돌연변이설은 돌연변이 개체가 자손을 낳고 번성하여 진화가 일어나게 된다는 진화설이다. 돌연변이는 유전자나 염색체의 변화에 의한 것이므로 자손에게 전달된다.

오답탐기 ①, ④ 돌연변이는 매우 드물게 일어나고 대부분 생존에 불리한 방향으로 일어난다. ㉠ ⑤

11 ④ 카렌 족 여인들의 목이 길어진 것은 후천적인 원인에 의한 획득 형질이다.

오답탐기 ① 육지와 격리된 오스트레일리아의 캥거루는 지리적 격리에 의해 새로운 종으로 분화된 것으로 격리설의 예이다.

② 살충제에 내성을 갖는 해충도 환경에 적응한 결과 나타나는 것으로 진화의 예이다.

③ 길이가 긴 돌연변이 보리가 생성된 것도 진화의 예이다.

⑤ 매연이 심한 공장 지대에서는 검은 나방이 자연 선택되어 개체수가 많아진다. ㉠ ④

12 (가)는 다양한 개체 변이가 일어난 기린 중 환경에 적응한 개체가 살아남았다는 자연 선택설이다. (나)에서 목이 긴 기린이 등장한 것은 돌연변이에 의한 것이다. 돌연변이 개체가 살아남아 자손을 남긴다는 진화설은 돌연변이설이다. ㉠ ③

우공비 BOX

보충 설명

시조새

중생대의 지층에서 발견되었으며, 파충류와 조류의 특징을 모두 가진 중간형 생물이요, 시조새의 발톱과 이빨, 긴 꼬리뼈는 파충류의 특징이고, 날개와 깃털, 부리는 조류의 특징이지요.

필수 자료

용불용설은 획득 형질의 유전을 주장하였는데, 획득 형질은 유전자의 변화를 일으키는 것이 아니므로 유전되지 않아요.

보충 설명

맨체스터 지방에 산업 혁명 후 검은색 나방이 많아진 것을 공업 암화라고 해요. 공업화로 인해 나방의 색이 어두워졌다는 의미이지요.

조심조심

계통수에서 사람과 가장 가까운 생물은 침팬지이고, 가장 먼 생물은 짧은꼬리원숭이지만, 오랑우탄과 가까운 생물이 고릴라인지 짧은꼬리원숭이인지는 확인할 수 없어요.

13 시조새 화석을 통해 시조새는 조류와 파충류의 중간 단계의 생물이라고 인식되고 있다.

(1) **모범답안** 부리에 이빨이 있다, 날개에 발톱이 있다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 한 가지만 정확하게 설명한 경우	50 %

(2) **모범답안** 조류가 파충류로부터 진화하였다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 진화의 증거라는 내용만 포함한 경우	40 %

14 척추동물의 앞다리는 현재 기능과 모양은 모두 다르지만 발생 기원이 같은 상동 기관이다.

모범답안 상동 기관, 발생 기원이 같아도 서식 환경에 따라 생물의 기관은 기능과 모양이 다르게 변화한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 발생 기원은 같아도 환경에 적응하여 다른 기능과 모양을 가질 수 있다고 설명한 경우	70 %
③ 상동 기관이라고만 쓴 경우	30 %

15 타조의 날개나 두더지의 눈이 퇴화된 것은 환경의 변화로 인해 사용하지 않게 되었기 때문이라는 설명은 용불용설에 해당한다. 라마르크의 용불용설은 획득 형질의 유전을 주장하였는데, 자주 사용하는 기관은 발달하고, 사용하지 않는 기관은 퇴화된다고 하였다. ㉠ 용불용설

16 종의 기원에서 다윈은 다양한 개체 변이를 가진 개체들의 과잉 생산 → 과잉 생산된 개체들의 생존 경쟁 → 적자 생존과 자연 선택의 과정을 거쳐 진화가 일어난다고 주장하였다. 이러한 진화설을 자연 선택설이라고 한다. 다윈은 자연 선택설을 주장하면서 개체 변이가 왜 일어나는지와 어떻게 유전되는지에 대해서는 설명하지 못하였다.

모범답안 자연 선택설, 개체 변이가 왜 일어난 것이며, 개체 변이가 어떻게 다음 세대로 전달되는지에 대해서 정확하게 설명하지 못하였다.

채점 기준	배점
① 자연 선택설과 비판점을 모두 바르게 설명한 경우	100 %
② 진화설은 제대로 쓰지 못했으나 비판점을 바르게 설명한 경우	70 %
③ 자연 선택설이라고만 쓴 경우	30 %

17 현대의 진화론에서 생물의 진화는 종의 격리 → 격리된 두 무리에서 돌연변이 발생 → 자연 선택 → 새로운 종의 출현의 순서로 일어난다고 설명한다. ㉠ (라) - (다) - (나) - (가)

18 계통수는 진화 과정을 바탕으로 생물들 사이의 멀고 가까운 관계를 정리한 그림이다. 가까운 가지에서 뻗어나온 생물일수록 진화적으로 가깝고, 먼 가지에서 뻗어나온 생물은 먼저 분화되어 진화적으로 먼 생물이다. 따라서 사람과 진화적으로 가장 가까운 생물은 침팬지이고, 진화적으로 가장 먼 생물은 짧은꼬리원숭이이다. ㉠ 침팬지

중 단 원 별
핵심 요약

07. 생물의 분류

• 별책 24쪽

- ① 분류 ② 유연관계 ③ 인위 분류 ④ 자연 분류 ⑤ 종
⑥ 식물계 ⑦ 동물계 ⑧ 원생생물계 ⑨ 균계

중 단 원 별

학교시험 문제 07. 생물의 분류

• 별책 25~26쪽

- 01 ① 02 ⑤ 03 ② 04 ① 05 ④ 06 ① 07 ②
08 ⑤ 09 ④ 10 ③ 11 (1) 핵(핵막)의 유무 (2) (다) 식
물계 (라) 균계 12 (1) 고양이 (2) 해설 참조 13 (1) (라) 균
계 (2) 해설 참조

01 분류 단계 중 가장 기본이 되는 단계가 종이다. 여러 종이 모여 하나의 속이 되고, 여러 종이 모여 하나의 과가 된다. 따라서 같은 과에는 다양한 종이 포함된다. **답 ①**

02 몸통의 모양, 꼬리의 유무, 더듬이 모양, 몸통의 줄무늬 유무 등 각기 다른 특징들을 기준으로 곤충을 분류할 수 있다. ⑤ a~e 5종의 곤충은 모두 다른 종이다. 서로 다른 종이므로 교배하여 생식 능력이 있는 자손을 낳을 수 없다.

오답해설 ① 여러 과의 생물들이 모여 하나의 목을 이룬다. 따라서 같은 과의 생물은 같은 목에 해당한다.

② 5종은 모두 같은 모양의 다리를 가지므로 다리의 모양은 분류 기준이 될 수 없다.

③ 더듬이의 모양은 곧은 것과 굽은 것으로 나눌 수 있다.

④ 꼬리를 기준으로 하면 a와 d가 하나의 무리이고, b, c, e가 하나의 무리이다. **답 ⑤**

03 ② 척추동물의 계통수에서 가까운 가지에서 나온 동물일수록 유연관계가 가깝다. 5종의 척추동물은 모두 공통 조상으로부터 나와서 분화하였다.

오답해설 ① 개구리와 도마뱀은 유연관계가 가깝다.

③, ④ 사람과 유연관계가 가장 먼 것은 고등어이고, 가장 가까운 것은 까치이다.

⑤ 계통수만으로 척추동물이 육상 생활에서 물속 생활로 진화했는지는 정확하게 파악할 수 없다. 하지만 가장 원시적인 형태인 고등어가 물속 생활을 하므로 진화 과정에서 점점 육상 생활을 한다고 판단할 수 있다. **답 ②**

04 ① 원생생물계에 속하는 생물 중 스스로 광합성을 하는 생물은 해캄이다.

오답해설 ②, ③, ④ 옥수수과 고사리, 은행나무는 엽록체가 있어 광합성을 하는 생물로, 식물계에 속한다.

⑤ 짙은색은 원생생물계에 속하지만 엽록체가 없어 광합성을 하지 못한다. **답 ①**

05 A는 균계로, 균계에 속하는 생물은 핵이 있는 진핵세포인 균사로 구성되는 다세포 생물이다. 세포에는 세포벽은 있으나, 엽록체가 없다. 엽록체가 없어 스스로 양분을 낼 수 없으므로, 다른 생물을 분해하여 양분을 얻는다. **답 ④**

우공비 BOX

보충 설명

개의 분류 단계

개종 - 개속 - 개과 - 식육
목 - 포유강 - 척삭동물
문 - 동물계

보충 설명

효모

빵, 맥주, 포도주 등을 만드는 데 사용되는 생물이에요. 곰팡이나 버섯과 같은 무리이지만, 균사가 없고 운동과 광합성을 모두 할 수 없습니다. 효모가 단세포라는 것도 잊지 마세요!

보충 설명

유연관계

진화적으로 생물의 가깝고 먼 정도를 유연관계라고 해요. 유연관계가 가까운 생물일수록 공통점이 많아요.

조심조심

효모는 균사로 구성되어 있는 다세포 생물은 아니지만, 균계에 해당해요.

06 B는 원생생물계이다.

① 원생생물계는 단세포와 다세포 생물을 포함하는 매우 광범위한 생물계이다. 김과 다시마가 원생생물계에 속하는 생물이다.

오답해설 ② 버섯과 곰팡이는 균계에 속하는 생물이다.

③ 이끼와 고사리는 식물계에 속하는 생물이다.

④, ⑤ 지렁이, 개구리, 잠자리, 해파리는 동물계에 속하는 생물이다. **답 ①**

07 식물계와 동물계는 모두 진핵세포로 이루어진 다세포 생물이고, 기관이 고도로 분화되어 있다. 하지만 식물계에 속하는 생물들은 세포에 엽록체를 갖고 있어 광합성을 하여 스스로 양분을 만들 수 있으나, 동물계에 속하는 생물들은 엽록체가 없어 스스로 양분을 만들 수 없다. **답 ②**

08 (가)는 핵막이 없어 유전 물질인 DNA가 세포 속에 흩어져 있는 원핵세포이고, (나)는 핵막이 있어 핵이 관찰되는 진핵세포이다.

⑤ 원핵세포인 (가)로 구성된 생물 무리를 원핵생물계라고 하며, 대장균과 남세균이 원핵생물계에 포함된다. **답 ⑤**

09 (가)는 균계이다. 균계의 생물은 스스로 양분을 만들지 못해서 다른 생물을 분해하여 에너지를 얻는다.

원핵생물계에 속하는 생물에는 남세균, 대장균, 젖산균 등이 있으며, 유글레나, 아메바 등은 원생생물계에 속한다. **답 ④**

10 균계는 광합성을 하지 않고 몸이 균사로 이루어진 생물 무리로, 대부분 다세포 생물이지만 예외적으로 효모는 단세포 생물이다. **답 ③**

11 (1) (가)는 핵(핵막)이 없는 원핵세포로 구성된 생물 무리이고, (나)는 핵(핵막)이 있는 진핵세포로 구성된 다세포 생물 무리이다. **답 핵(핵막)의 유무**

(2) 진핵세포로 구성된 생물들 중 (다)에 포함된 장미와 고사리는 식물계에 속하고, (라)에 포함된 버섯과 곰팡이는 균계에 속한다. **답 (다) 식물계 (라) 균계**

12 (1) 계통수에서 곰이 공통 조상으로부터 먼저 갈라져 나옴, 고양이와 사자는 그 이후에 갈라졌다. 따라서 사자와 진화적으로 더 가까운 동물은 고양이이다. **답 고양이**

(2) **모범답안** 생물의 진화 과정과 생물 사이의 가깝고 먼 관계(유연관계)를 확인할 수 있다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 유연관계가 무엇인지를 토대로 답을 작성한 경우	60 %
③ 생물의 멀고 가까운 정도를 알 수 있다고만 설명한 경우	40 %

13 (1) (가)의 대장균은 원핵생물계, (나)의 아메바는 원생생물계, (다)는 식물계, (라)의 버섯은 균계, (마)의 나비는 동물계에 속한다. 곰팡이는 균계에 속하는 생물이다. **답 (라) 균계**
(2) **모범답안** (가)는 핵이 없고, 나머지 계는 핵을 갖고 있다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 핵의 유무라고만 쓴 경우	50 %

중단원 별

핵심 요약

08. 별의 성질(1)

• 별책 27쪽

- ① 천구 ② 자오선 ③ 방위각 ④ 시계 ⑤ 고도
⑥ 북극성 ⑦ 남쪽 ⑧ 공전 ⑨ 연주 시차 ⑩ 반비례

중단원 별

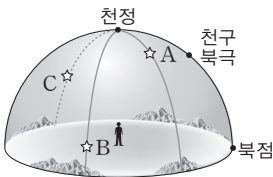
학교시험 문제 08. 별의 성질(1)

• 별책 28~30쪽

- 01 ⑤ 02 ④ 03 ③ 04 ③ 05 ③ 06 ①
07 ⑤ 08 ⑤ 09 ② 10 ① 11 ① 12 ② 13 ②
14 서쪽 15 10" 16 해설 참조 17 해설 참조 18 해설
참조 19 해설 참조 20 해설 참조

01 A는 천정, B는 천구 북극, C는 남점, D는 지평선, E는 천저이다. ㉠ ⑤

02 자료 분석하기



• 방위각 : 별이 위치한 방향을 알려주는 각이므로 북점이나 남점을 기준으로 시계 방향으로 잰 각도이다.

방위각	방위	방위각	방위
0°(북점)	정북 방향	180°(남점)	정남 방향
0°~89°	북동 방향	181°~269°	남서 방향
90°(동점)	정동 방향	270°(서점)	정서 방향
91°~179°	남동 방향	271°~359°	북서 방향

• 고도 : 별이 높이 떠 있는 정도로 지평선에서는 0°이고, 천정에서는 90°이다.

방위각은 북점을 기준으로 시계 방향으로 잰 각이며, 고도는 지평선에서 천정까지 올라가면서 잰 각이다. ㉠ ④

03 ㄱ. 고도는 지평선에서 천체까지 올라다 잰 각도이다.

ㄴ. 북점은 관측자의 천정과 천구 북극을 잇는 큰 원인 자오선이 북쪽의 지평선과 만나는 점이다.

오답탐기 ㄷ. 방위각은 북점 또는 남점을 기준으로 시계 방향으로 측정한 각도이다. ㉠ ③

04 지평선에서 천체까지 올라다 잰 각이 50°이므로 이 별의 고도는 50°이고, 북점으로부터 지평선을 따라 시계 방향으로 측정한 각도가 40°이므로 북점을 기준으로 한 방위각은 40°이다. ㉠ ③

05 ③ 별 B는 세로선에서 북점을 기준으로 시계 반대 방향으로 28간 이동해 있으므로 방위각은 280°이다.

오답탐기 ① 별 A는 지평선을 나타내는 가로선에서 천정 쪽으로 2간 올라가 있으므로 고도는 20°이다.

우공비 BOX

보충 설명

북극성

북극성은 북반구의 모든 지방에서 관측되며, 정북 방향에 위치하고, 그 위치가 바뀌지 않으므로 길잡이별로 이용되요. 즉, 다른 별들은 지구의 자전과 공전에 의해 그 위치가 계속 변하지만 북극성은 자전축의 연장선 상에 있어서 위치가 바뀌지 않아요.

- ② 별 A는 보기창의 왼쪽에 위치하므로 동쪽 하늘에서 관측되고, 별 B는 오른쪽에 위치하므로 서쪽 하늘에서 관측된다.
④ 고정판에는 날짜가 눈금으로 표시되어 있다.
⑤ 별자리판은 남쪽 하늘을 향해 들고 보므로 동서 위치가 일반 지도와 반대로 표시되어 있다. ㉠ ③

06 북극성은 지구 자전축의 연장선 상에 있어 시각이나 계절에 관계없이 항상 같은 위치에서 보인다. ㉠ ①

07 (가)는 겨울, (나)는 여름, (다)는 가을, (라)는 봄의 별자리이다. ㉠ ⑤

08 북두칠성을 포함한 큰곰자리와 작은곰자리, 세페우스자리 등은 우리나라의 북쪽 하늘에서 일 년 내내 관측된다. 즉, 북쪽 하늘의 별자리는 지평선 아래로 지지 않으므로 밤이 되면 항상 관측된다. ㉠ ⑤

09 계절에 따라 별자리의 종류가 바뀌는 이유는 지구가 태양 주위를 1년에 한 바퀴씩 공전하기 때문이다.

오답탐기 하루 동안 별자리가 동에서 서로 이동하는 이유는 지구의 자전 때문이다. ㉠ ②

10 처녀자리, 목동자리, 사자자리 등이 봄철의 대표적인 별자리이다. 계절별 대표적인 별자리는 다음과 같다.

계절	봄	여름	가을	겨울
대표적 별자리	처녀자리, 목동자리, 사자자리	백조자리, 독수리자리, 거문고 자리	페가수스자리, 물고기자리, 안드로메다자리	오리온자리, 큰개자리, 작은개자리

㉠ ①

11 시차는 물체를 서로 다른 지점에서 보았을 때 생기는 방향의 차이이므로 $\angle ATB$ 나 $\angle A'TB'$ 이 시차가 된다. ㉠ ①

12 ㄴ. 별 S의 거리는 $\frac{1}{0.05''} = 20(\text{pc})$ 이다.

오답탐기 ㄱ. 시차는 0.1"이고, 연주 시차는 시차의 절반인 0.05"이다.

ㄷ. 금성은 내행성이므로 지구보다 공전 궤도가 작아 연주 시차가 작게 측정된다. ㉠ ②

13 연주 시차는 시차의 $\frac{1}{2}$ 로 멀리 있는 별일수록 연주 시차가 작게 측정된다. 따라서 프록시마 - 시리우스 - 견우성 - 직녀성 - 베텔게우스 순으로 지구에서 가깝다. ㉠ ②

14 방위각은 북점 또는 남점을 기준으로 시계 방향으로 측정한다. 따라서 북점을 기준으로 90°는 동쪽, 180°는 남쪽, 270°는 서쪽이 된다. ㉠ 서쪽

15 지구보다 공전 궤도 반지름이 10배 큰 토성에서 별을 보면 연주 시차가 10배 커진다. ㉠ 10"

16 모범답안 북두칠성의 끝의 두 별 간격을 이어서 그 길이의 5배 정도 연장한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 북두칠성의 끝을 연장한다고만 언급한 경우	30 %

용어알기

자오선

천정, 천저, 천구 북극, 천구 남극을 동시에 지나는 대원을 자오선이라고 해요.

보충 설명

연주 시차

연주 시차를 측정하는 행성의 공전 궤도 반지름과 별의 연주 시차는 비례해요. 따라서 연주 시차가 1"가 되는 별까지의 실제 거리도 달라지게 되죠. 즉, 별까지의 실제 거리도 달라지게 되죠. 즉, 토성에서 측정한 1 pc는 지구에서 측정한 1 pc보다 거리가 10배 더 멀어요.

17 [모범답안] 북쪽 하늘, 북쪽 하늘에서 관측할 수 있는 북극성과 큰곰자리, 작은곰자리가 보이기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 북쪽 하늘만 쓴 경우	30 %

18 [모범답안] 지구가 태양 주위를 1년에 한 바퀴씩 공전하기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 이 외의 경우	0 %

19 [모범답안] 별의 연주 시차는 시차의 $\frac{1}{2}$ 이므로 $0.4'' \times \frac{1}{2} = 0.2''$ 이고, 별까지의 거리(pc)는 $\frac{1}{\text{연주 시차}''}$ 이므로 $\frac{1}{0.2''} = 5$ pc이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 연주 시차와 별의 거리 중 한 가지만 바르게 쓴 경우	50 %

20 [모범답안] 별 E는 지구에 가까이 있는 별이기 때문에 멀리 있는 별을 기준으로 위치가 바뀐 것으로 관측된다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 이 외의 경우	0 %

중 단 원 별

핵심 요약

09. 별의 성질(2)

• 별책 31쪽

- ① 어두워 ② 반비례 ③ 작을 ④ 2.5 ⑤ 100 ⑥ 작을 ⑦ 절대 등급 ⑧ 작을 ⑨ > ⑩ < ⑪ 파란색 ⑫ 붉은색

중 단 원 별

학교시험 문제 09. 별의 성질(2)

• 별책 32~33쪽

- 01 ② 02 ③ 03 ④ 04 ① 05 ② 06 ①
07 ② 08 ⑤ 09 ② 10 ⑤ 11 ③, ⑤ 12 알타이르 - 직녀성 - 아크투루스 - 리젤 13 해설 참조 14 해설 참조 15 해설 참조

01 1등급 차이는 2.5배의 밝기 차이가 난다. 거리가 2.5배 차이가 나면 밝기는 2등급 차이가 난다. ㉢ ②

02 별의 밝기 $\propto \frac{1}{(\text{별의 거리})^2}$ 으로 밝기는 거리의 제곱에 반비례한다. ㉢ ③

03 별의 밝기 $\propto \frac{1}{(\text{거리})^2}$ 이므로 거리가 4배 멀어지면 밝기는 $\frac{1}{16}$ 배가 된다. ㉢ ④

우공비 BOX

보충 설명

북극성

작은곰자리를 구성하는 북극성은 지구 자전축의 연장선 상에 위치한 별이므로 정북 방향에 위치해요. 또한 북극성의 고도는 그 지방의 위도와 같으며 다른 별들은 북극성을 중심으로 회전하고 있어요.

보충 설명

스펙트럼형

별빛 스펙트럼에 나타난 흡수선은 별을 구성하는 대기 성분에 의해 결정되며, 일반적으로 표면 온도가 높은 별의 스펙트럼에서는 흡수선의 개수가 적게 나타나고 표면 온도가 낮은 별의 스펙트럼에서는 흡수선의 개수가 많이 나타나는 경향이 있어요. 이처럼 흡수선의 개수와 흡수선의 위치(파장)에 따라 O-B-A-F-G-K-M형으로 구분해요.

보충 설명

별의 밝기

별에서 나오는 빛은 우주 공간을 향해 방사상으로 퍼져 나가므로 별로부터 거리가 멀어지면 빛이 분산되는 표면적이 거리의 제곱에 비례하여 커지므로 단위 면적당 도달하는 별빛의 세기는 거리의 제곱에 반비례하여 별빛이 어두워져요. 이를 거리 역제곱의 법칙이라고 해요.

04 (가)는 40광년, (나)는 $\frac{1}{0.3} \times 3.26 \approx 10.87$ 광년, (다)는 $7 \times 3.26 \approx 22.8$ 광년이므로 32.6광년보다 먼 별은 (가)뿐이다. 겉보기 등급이 절대 등급보다 큰 별은 10 pc(≈ 32.6 광년)보다 먼 거리에 있는 별이다. ㉢ ①

05 연주 시차는 거리에 비례하고, 밝기는 거리의 제곱에 반비례하므로 연주 시차가 10배 커지면 거리는 $\frac{1}{10}$ 배가 되므로 별의 밝기는 100배 밝아져 등급은 5등급 작아진다. ㉢ ②

06 우리 눈에 가장 밝게 보이는 별은 겉보기 등급이 가장 작은 시리우스이고, 실제로 가장 밝은 별은 절대 등급이 가장 작은 베텔게우스이다. ㉢ ①

07 실제 밝기는 절대 등급으로 비교한다. 베텔게우스의 절대 등급이 시리우스보다 작으므로 베텔게우스가 실제로 더 밝다. ㉢ ②

08 표면 온도가 높은 것부터 나열하면 청백색 - 흰색 - 황백색 - 주황색 순이다. ㉢ ⑤

09 표면 온도가 높은 것부터 스펙트럼형을 나열하면 O-B-A-F-G-K-M형 순이다. ㉢ ②

10 별의 색깔은 표면 온도에 따라 결정된다. 따라서 어떤 별의 색깔이 태양과 같다면 이 별의 표면 온도가 태양과 같다고 볼 수 있다. ㉢ ⑤

11 별의 색깔과 스펙트럼형은 별의 표면 온도와 관계 있고, 절대 등급은 별을 일정한 거리에 놓았을 때 나타나는 별의 밝기이므로, 별의 거리가 달라져도 변하지 않는다. 하지만 별의 연주 시차와 겉보기 등급은 별의 거리에 따라 달라진다. 예를 들어 별까지의 거리가 멀어지면 연주 시차는 작아지고, 더 어둡게 보이므로 겉보기 등급은 더 커진다. ㉢ ③, ⑤

12 (겉보기 등급 - 절대 등급) 값은 리젤은 6.9, 직녀성은 -0.5, 아크투루스는 0.2, 알타이르는 -1.4이다. 별의 (겉보기 등급 - 절대 등급) 값이 (+)이면 32.6광년보다 멀리 있는 별이고, (겉보기 등급 - 절대 등급) 값이 (-)이면 32.6광년보다 가까이 있는 별이다. 따라서 지구에서 가까운 순서대로 나열하면 알타이르 - 직녀성 - 아크투루스 - 리젤 순이다. ㉢ 알타이르 - 직녀성 - 아크투루스 - 리젤

13 [모범답안] 1등급 차이는 2.5배의 밝기 차이가 난다. 금성과 6등급인 별은 10등급 차이가 나므로 $2.5^{10} \approx 10,000$ 배의 밝기 차이가 난다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 이유는 설명하지 않고 별의 밝기 정도만 쓴 경우	30 %

14 [모범답안] 6등급의 별이 100개 모이면 1등급으로 보인다. 절대 등급을 구하기 위해 100 pc의 거리에서 10 pc의 거리로 옮긴다고 가정한다면 거리가 $\frac{1}{10}$ 배가 되므로 밝기는 100배 밝아진다. 따라서 5등급이 더 작아져 -4등급이 된다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 절대 등급만 쓴 경우	40 %

15 **모범답안** 지구로부터 거리가 가장 가깝기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 이 외의 경우	0 %

중 단 원 별

핵심 요약

10. 우리은하와 외부 은하

• 별책 34쪽

- ① 은하수 ② 궁수자리 ③ 여름철 ④ 10 ⑤ 나선팔
⑥ 붉은색 ⑦ 파란색 ⑧ 많다 ⑨ 적다 ⑩ 방출
⑪ 암흑 ⑫ 모양 ⑬ 타원 ⑭ 적색 편이 ⑮ 빠른
⑯ 크게

중 단 원 별

학교시험 문제 10. 우리은하와 외부 은하

• 별책 35~37쪽

- 01 ⑤ 02 ④ 03 ⑤ 04 ② 05 ④ 06 ④
07 ① 08 ④ 09 ① 10 ② 11 ③ 12 ②
13 ③ 14 ③ 15 ⑤ 16 암흑 성운 17 해설 참조
18 반사 성운 19 해설 참조 20 해설 참조 21 은하의
모양, A : 타원 은하, B : 정상 나선 은하 22 해설 참조

01 은하수는 수많은 별들이 모여 밝게 보이는 것이다. ㉠ ⑤

02 우리은하는 옆에서 보면 가운데가 볼록한 원반형이고, 위에서 보면 막대 나선 은하이다. ㉠ ④

03 ⑤ 우리은하의 지름은 약 10만 광년이다.

오답노트 ① 옆에서 보면 가운데가 볼록한 원반형이다.

② 우리은하는 수많은 별들과 성단, 성운, 성간 물질로 구성되어 있다.

③ 우리은하의 두께는 약 1.5만 광년이다.

④ 태양계는 은하의 중심으로부터 약 3만 광년 떨어져 있다.

㉠ ⑤

04 구상 성단은 수만~수십만 개의 별들이 공 모양으로 뽁뽁하게 모여 있다. ㉠ ②

05 천체의 규모는 북두칠성 < 큰곰자리 < 산개 성단 < 구상 성단 < 우리은하 순이다. ㉠ ④

06 반사 성운은 스스로 빛을 내지 못하고 주변의 별빛을 반사시킨다. ㉠ ④

07 구상 성단은 오래되고 온도가 낮아 주로 붉은색을 띠는 별들로 구성되어 있다. ㉠ ①

08 우리은하는 중심부에 막대 모양의 구조가 있는 막대 나선 은하이다. ㉠ ④

우공비 BOX

보충 설명

도플러 효과

별이 지구로부터 상대적으로 멀어지거나 접근할 때 그 별빛 스펙트럼을 분석하면, 흡수선의 위치가 이동해요. 별에서 접근하면, 또는 별이 접근해 오면 흡수선의 위치가 파장이 짧은 청색 쪽으로 이동하고, 별에게서 멀어지면 흡수선의 위치가 파장이 긴 붉은색 쪽으로 이동해요. 이때 접근이나 후퇴 속도가 빠를수록 흡수선의 이동 정도가 커지므로 이를 이용하여 접근하거나 후퇴하는 상대적인 속도를 구할 수 있어요.

보충 설명

은하수

우리은하의 원반부는 헤일로에 비해 별과 성간 물질들이 많이 분포해요. 따라서 천구 상에서 원반부가 은하수로 관측되는 거예요. 특히 우리은하의 중심(핵)은 다른 곳에 비해 별들이 많이 밀집되어 있으므로 은하수의 폭이 다른 곳보다 더 넓게 관측돼요.

보충 설명

구상 성단

구상 성단을 구성하는 별들은 지금으로부터 적어도 100억 년 전에 만들어졌으므로 제 1세대 별이라고 해요. 즉, 빅뱅 이후 얼마 시간이 지나지 않아 형성된 별들의 무리가 구상 성단이에요. 따라서 별의 표면 온도는 낮아 붉게 관측돼요.

09 은하핵과 우리은하를 둘러싼 헤일로에 주로 분포하는 천체는 구상 성단이다. ㉠ ①

10 (가)는 나선팔이 있고, (나)는 나선팔이 없다. ㉠ ②

11 외부 은하 중 나선 은하가 약 75 %로 가장 많으며, 외부 은하 사이의 거리는 멀어지고 있다. 외부 은하 중 불규칙 은하는 약 5 %로 비대칭이거나 규칙적인 모양이 없으며, 외부 은하 중 관측 개수가 가장 적다. ㉠ ③

12 우리은하는 막대 모양의 중심부 양끝에서 나선팔이 뻗어나간 막대 나선 은하이다. 그림은 중심부에서 나선팔이 뻗어나간 정상 나선 은하로, 옆에서 보면 가운데가 볼록한 원반 모양이다. ㉠ ②

13 도플러 효과에 의해 관측자에게 다가오는 물체에서 방출된 파동은 파장이 짧아진다. 반면 관측자로부터 멀어지는 물체에서 방출된 파동은 파장이 길어진다. ㉠ ③

14 스티커의 크기는 변하지 않고 스티커 사이의 거리만 멀어진다. ㉠ ③

15 적색 편이를 통해 외부 은하가 우리은하로부터 멀어지고 있음을 알 수 있다. ㉠ ⑤

16 은하수에서 검게 보이는 부분은 성운을 구성하고 있는 가스나 티끌 등이 뒤에서 오는 별빛을 가리기 때문에 어둡게 보이는 것이다. 이와 관련 있는 성운은 암흑 성운이다. ㉠ 암흑 성운

17 **모범답안** 여름철에는 별들이 가장 많이 밀집해 있는 우리은하의 중심 방향을 보기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 은하의 중심 방향만 쓴 경우	50 %

18 셀로판지 색과 향의 연기가 같은 색을 띠는 것은 셀로판지를 통과한 빛이 향의 연기에 반사되어 나타나기 때문이다. 이 실험과 같은 원리로 우주 공간에 있는 가스나 티끌이 별빛을 반사하여 보이는 반사 성운이 생성된다. ㉠ 반사 성운

19 **모범답안** 산개 성단은 구상 성단에 비해 나이가 적고 온도가 높은 별들로 구성되어 있기 때문에 파란색을 띤다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 나이와 온도 중 하나만 바르게 쓴 경우	50 %

20 **모범답안** 공통점 : (가)와 (나)는 모두 가스와 먼지로 구성되어 있다. 차이점 : (가)는 뒤에서 오는 별빛을 차단하여 어둡게 보이고, (나)는 주변의 별빛을 흡수하여 스스로 빛을 내면서 밝게 보이는 성운이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 공통점과 차이점 중 한 가지만 바르게 쓴 경우	50 %

21 은하는 모양에 따라 크게 나선 은하, 타원 은하, 불규칙 은하로 분류한다. 또 나선 은하는 막대 구조의 유무에 따라 정상 나선 은하와 막대 나선 은하로 분류한다.

☞ 은하의 모양, A : 타원 은하, B : 정상 나선 은하

22 **모범답안** 멀리 있는 은하일수록 지구로부터 멀어지는 속력이 빠르고, 우주가 팽창한다는 사실을 알 수 있다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 우주가 팽창한다고만 설명한 경우	70 %

중 단 원 별

핵심 요약

11. 우주 개발과 탐사

• 별책 38쪽

① 인공위성 ② 우주 정거장 ③ 스푸트니크 1호 ④ 아폴로 11호 ⑤ 보이저호 ⑥ 우리별 1호 ⑦ 우주 쓰레기

중 단 원 별

학교시험 문제 11. 우주 개발과 탐사

• 별책 39쪽

01 ④ 02 ⑤ 03 ③ 04 ⑤ 05 ④ 06 보이저호

01 우주를 탐사하는 근본적인 목적은 태양계와 우주를 잘 이해하기 위해서이다. 이를 통해 개발된 첨단 기술을 우리 생활에 이용하고, 새로운 산업으로 확장할 수 있다. 또, 지구에서 고갈된 자원을 얻을 수도 있다. ☞ ④

02 지구 주위에 우주 망원경이나 우주 정거장에 필요한 물품 등을 전달하며, 지구와 우주 사이를 여러 번 왔다 갔다 재사용이 가능한 탐사 장비는 우주 왕복선이다. ☞ ⑤

03 국제 우주 정거장은 태양계 행성을 탐사하는 탐사선이 아니라 우주 환경에서 다양한 실험과 우주 관측 및 우주 탐사의 중간 기지로 사용되고 있다. ☞ ③

04 ㄱ. 우리나라 최초로 발사된 인공위성은 1992년 과학 실험 위성인 우리별 1호이다.
ㄴ. 우리나라 최초의 우주인인 이소연 박사는 약 2주간 우주 정거장에 머물면서 여러 가지 실험을 수행하였다.
ㄷ. 이전까지는 다른 나라의 기상 정보를 이용하였으나 2010년 발사된 기상위성인 천리안 위성으로부터 자체적으로 기상 정보를 얻을 수 있게 되었다. ☞ ⑤

05 우주 쓰레기는 수명이 다한 인공위성이나 로켓에서 떨어져 나온 파편들로 구성되어 있다. 크기는 수 cm~ 수십 m로 다양하고, 빠른 속도로 움직이기 때문에 인공위성이나 탐사선 등과 충돌하여 피해를 줄 수 있다. 지표로 떨어지면 인명과 재산 피해가 발생할 수 있다. ☞ ④

06 보이저호는 목성형 행성을 탐사하기 위해 발사된 우주 탐사선이다. 목성형 행성과 위성에 대한 자료와 사진을 전송했으며, 현재는 태양계를 벗어난 상태이다. ☞ 보이저호

우공비 BOX

보충 설명

적색 편이

도플러 효과에 의하면 후퇴 속도가 클수록 별빛 스펙트럼의 흡수선 위치 변화가 파장이 긴 붉은색 쪽으로 더 크게 나타나요. 한편, 허블의 관측에 의하면 멀리 있는 은하일수록 적색 편이 정도가 심하다는 사실을 알게 되었죠. 이 두 가지 사실로부터 멀리 있는 별일수록 더 빠른 속도로 멀어지고 있다는 것을 알 수 있으며, 이는 곧 우주가 팽창하고 있다는 결론을 내릴 수가 있어요.

보충 설명

빅뱅 이론

우주가 태초의 대폭발로 시작되었다는 이론이에요.

보충 설명

국제 우주 정거장(International Space Station, ISS)

고도 약 350~450 km에서 지구 궤도를 7.8 km/s의 속도로 하루에 약 16바퀴 돌고 있으며, 지금까지 건설된 우주 정거장에는 러시아의 살루트와 미르, 미국의 스카이랩, 미국, 러시아, 유럽우주기구, 일본 등 16개국이 참여한 국제 우주 정거장(ISS) 등이 있어요.

조심조심

디지털 기기의 발달에 의해 문화의 발전과 소통하는 사회로 변화하는 긍정적인 측면도 있지만, 네트워크 시스템을 악용한 개인 정보 유출 등의 부정적인 측면도 있어요.

중 단 원 별

핵심 요약

12. 과학과 인류 문명

• 별책 40쪽

① 불 ② 금속 ③ 증기 기관 ④ 나노 ⑤ 풀러렌 ⑥ 그래핀 ⑦ 유비쿼터스 ⑧ DNA 재조합 기술 ⑨ 핵이식 기술 ⑩ 형상 기억 합금 ⑪ 수학 ⑫ 예술 ⑬ 휴머노이드 ⑭ 환경

중 단 원 별

학교시험 문제 12. 과학과 인류 문명

• 별책 41쪽

01 ② 02 ⑤ 03 ④ 04 ④ 05 (가) 풀러렌 (나) 그래핀

01 인류가 금속을 이용하여 농기구와 장신구를 이용하게 되었고, 종이와 금속 활자를 이용하여 많은 양의 정보를 쉽게 기록하고 보급하게 되었다.

오답탐기 • 천문학 : 20세기에 천문학이 비약적으로 발전하였는데, 대폭발설(빅뱅 이론)이 등장하여 우주의 기원과 구조를 알아가면서 인류의 사고 범위가 태양계를 벗어나 크게 확장되었다.

• 증기 기관 : 18세기에 증기 기관이 발명되어 면직물을 대량 생산하면서 산업 혁명이 시작되었다. 이 과정에서 그 동안 주요 동력원이었던 가축과 사람에 기계가 더해지고, 주 에너지원이 나무에서 석탄으로 바뀌었다. ☞ ②

02 DNA 재조합 기술은 특정한 생물의 DNA를 인위적으로 잘라 다른 생물의 DNA와 연결시키는 기술로 유용한 물질을 대량 생산할 수 있다. ☞ ⑤

03 유비쿼터스 네트워크 기술은 정보 처리 기술과 통신 기술을 이용하여 시간과 장소에 구애받지 않고 일을 처리하는 것을 말한다. ☞ ④

04 과학 기술의 발전은 인류에게 풍요롭고 편리한 삶을 가져다 주었다. 그러나 과학 기술의 발전이 항상 긍정적인 결과를 가져온 것은 아니다. 의학 기술의 발달로 인간의 수명은 연장되었지만, 노령화 사회로 인한 문제점도 야기되고 있다. ☞ ④

05 (가) 풀러렌은 탄소 원자가 축구공 모양으로 결합된 물질로, 아주 작은 물질을 가둘 수 있는 구조로 되어 있어서 그 속에 의약품을 넣어 몸속에서 운반하게 하는 기술이 개발되고 있다.

(나) 그래핀은 탄소 원자가 육각형의 벌집 형태로 결합되어 있고 전체적으로 판 모양으로 된 물질이다. 그래핀은 매우 얇으면서 반도체의 성질을 띠는데, 이것을 이용하면 손목에 감고 다니는 휴대 전화, 두루마리처럼 구부릴 수 있는 디스플레이, 입을 수 있는 컴퓨터 등을 만들 수 있다.

☞ (가) 풀러렌 (나) 그래핀

대단원별

단답형&서술형 문제 V. 여러 가지 화학 반응 · 별책 42~43쪽

01 해설 참조 02 해설 참조 03 해설 참조 04 $H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$ 05 해설 참조 06 해설 참조 07 해설 참조 08 해설 참조 09 해설 참조 10 산소와 물 11 해설 참조 12 해설 참조 13 (1) $2CuO + C \longrightarrow 2Cu + CO_2$, 산화제 : CuO , 환원제 : C (2) 해설 참조 (3) 해설 참조

01 **모범답안** (가)는 산성 물질, (나)는 염기성 물질로, 수용액의 액성에 따라 구분한 것이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %

02 **모범답안** 스포이트를 누르면 플라스크 안에 있는 암모니아 기체가 물에 녹아 압력이 낮아지고, 이로 인해 비커의 물이 플라스크 안으로 빨려 들어가면서 분수처럼 물이 솟구친다. 이때 페놀프탈레인 용액은 염기성인 암모니아수에서 붉은색을 띠므로 분수의 색이 붉은색이 된다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 암모니아수가 염기성이어서 붉은색 분수가 나타난다는 것만 설명한 경우	50 %

03 **모범답안** BTB 용액은 염기성에서 파란색을 띠므로 파란색 분수가 생길 것이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %

04 중화 반응에서는 H^+ 과 OH^- 이 1 : 1의 개수비로 반응하여 H_2O 를 생성한다. $H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$

05 **모범답안** 염기성, H^+ 의 양보다 OH^- 의 양이 더 많기 때문이다.

채점 기준	배점
① 용액의 액성과 판단 이유를 바르게 설명한 경우	100 %
② 액성만 바르게 쓴 경우	30 %

06 **모범답안** 온도계의 눈금이 올라간다. 중화 반응이 일어나 열이 발생하기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 온도가 올라가는 것만 설명한 경우	50 %
③ 중화열이 발생하는 것만 설명한 경우	50 %

07 **모범답안** 제산제는 약한 염기성 물질로, 위산과 중화 반응하여 과다 분비된 위산의 성질을 약하게 하여 속 쓰림 증상을 완화한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %

우공비 BOX

보충 설명

$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$ 과 같이 어떤 물질이 산소와 결합하는 반응에서 환원되는 물질은 산소예요. 이것은 산화 환원 반응을 산소의 이동뿐만 아니라 전자의 이동으로 설명할 수도 있기 때문인데, 자세한 내용은 고등학교 화학 I 과정에서 다루요.

쉽게 쉽게

중화 반응에서 혼합 용액의 액성

- H^+ 의 수 $> OH^-$ 의 수
⇒ 산성
- H^+ 의 수 $= OH^-$ 의 수
⇒ 중성(중화점)
- H^+ 의 수 $< OH^-$ 의 수
⇒ 염기성

보충 설명

지각 속 금속의 매장량은 알루미늄 > 철 > 구리 > 금 순이에요. 하지만 금은 대부분 원소 형태로 존재하고, 구리는 원소 형태의 구리가 지각에 존재할 뿐만 아니라 구리 화합물에서 순수한 금속을 제련하는 과정이 철이나 알루미늄보다 상대적으로 쉬웠기 때문에 더 먼저 사용되었어요. 이후 기술력이 발전하면서 철을 제련하여 사용할 수 있게 되었고, 근대에 이르러 알루미늄을 제련하는 방법이 발견되었습니다.

08 **모범답안** 한 물질이 산소와 결합하려면 다른 물질은 산소를 잃어야 하므로 산화와 환원은 항상 동시에 일어난다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %

09 **모범답안** 물질에 산소를 원활하게 공급하여 산화 반응이 활발하게 일어나도록 한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 산소를 공급한다는 것만 설명한 경우	40 %

10 (가)~(라)의 결과를 통해 철의 산화에 산소와 물이 영향을 준다는 것을 알 수 있다. **답** 산소와 물

11 (라)의 결과를 통해 산소와 물의 접촉을 차단하면 철의 산화를 방지할 수 있다는 것을 알 수 있고, (마)의 결과를 통해 희생 금속을 이용하여 철의 산화를 방지할 수 있다는 것을 알 수 있다.

모범답안 표면에 페인트나 기름 등을 칠하여 산소나 물과의 접촉을 차단한다. / 철보다 산화가 잘 되는 금속을 철에 붙여 대신 산화되도록 한다. 등

채점 기준	배점
① 산소와 물을 차단하는 예와 희생 금속을 이용하는 예를 모두 바르게 설명한 경우	100 %
② 한 가지만 바르게 설명한 경우	50 %

12 **모범답안** (가)는 상대적으로 느리게 일어나는 산화 환원 반응이고, (나)는 빠르게 일어나는 산화 환원 반응이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 반응이 일어나는 빠르기가 다르다고만 설명한 경우	70 %

13 (1) $2CuO + C \longrightarrow 2Cu + CO_2$ 의 반응이 일어나 순수한 구리를 얻는다. 이때 CuO 는 C 를 산화시키는 산화제, C 는 CuO 를 환원시키는 환원제로 작용한다.

답 $2CuO + C \longrightarrow 2Cu + CO_2$, 산화제 : CuO , 환원제 : C
(2) **모범답안** 철은 구리보다 쉽게 산화되므로 철기 시대의 유물은 산화되어 손상된 상태로 발견되는 경우가 많고, 청동기 시대의 유물은 상대적으로 더 온전한 상태로 발견된다.

채점 기준	배점
① 산화되는 정도를 비교하여 바르게 설명한 경우	100 %

(3) **모범답안** 철은 구리보다 산소와 쉽게 결합하여 산화되고, 철의 녹는점이 구리보다 높으므로 철을 제련하는 데 구리보다 더 높은 온도가 필요하다. 따라서 제련에 필요한 기술적인 어려움으로 인해 철보다 구리를 이용한 문명이 먼저 발달하였다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 철과 구리의 반응성과 녹는점 중 한 가지만 언급한 경우	50 %

01 해설 참조 02 표현형 : 동글고 황색, 유전자형 : RrYy 03 해설 참조 04 해설 참조 05 해설 참조
06 50 % 07 해설 참조 08 (1) (가) 1란성 쌍둥이 (나) 2란성 쌍둥이 (2) 해설 참조 09 해설 참조 10 해설 참조
11 (1) (가) - (라) - (다) - (나) - (마) (2) 해설 참조 12 곰팡이 : 균계, 아메바 : 원생생물계, 지렁이 : 동물계, 옥수수 : 식물계 13 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조

01 **모범답안** 한 세대가 짧아 빠른 시간 내에 자손의 형질을 확인하기 쉽다. 자손의 수가 많아서 결과를 통계적으로 분석하기에 유리하다. 대립 형질이 뚜렷하다. 구하기 쉽고 재배하기 쉽다. 중 2가지

채점 기준	배점
① 모범답안의 내용 중 2가지를 바르게 설명한 경우	100 %
② 1가지만 바르게 설명한 경우	40 %

02 아버지의 생식세포가 각각 Ry와 rY이므로, 이들 사이에 태어나는 자손의 유전자형은 모두 RrYy가 된다. 이 완두는 동글고 황색이다. **답** 표현형 : 동글고 황색, 유전자형 : RrYy

03 **모범답안** 잡종 2대에서 동글고 황색 : 동글고 초록색 : 주름지고 황색 : 주름지고 초록색 = 9 : 3 : 3 : 1로 나타나므로, 잡종 2대 중 동글고 황색인 완두는 $1,600 \times \frac{9}{16} = 900$ 이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 동글고 황색인 완두의 개수만 바르게 쓴 경우	30 %

04 **모범답안** 독립 법칙, 두 쌍의 대립 유전자가 서로 다른 염색체에 있기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 서로 다른 염색체라는 내용이 포함된 경우	60 %
③ 독립 법칙만 바르게 쓴 경우	30 %

05 어머니는 조부모에게 각각 1개씩의 마른 귀지 유전자를 받았으므로, 외조부모는 모두 이형 접합(잡종)이다. 따라서 젖은 귀지가 우성이고, 마른 귀지가 열성이다.

모범답안 젖은 귀지는 우성, 마른 귀지는 열성이다. 젖은 귀지의 외조부모 사이에서 마른 귀지의 어머니가 태어났기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 우성과 열성 형질을 바르게 판단하고, 그 이유를 바르게 설명한 경우	100 %
② 외조부모 사이에서 마른 귀지의 어머니가 태어났다는 점을 중심으로 설명한 경우	70 %
③ 우성과 열성 형질만 바르게 판단한 경우	40 %

06 영희 어머니의 유전자형은 ee, 영희 아버지의 유전자형은 Ee이다. 영희 부모가 낳는 아이는 Ee 또는 ee이므로, 젖은 귀지를 가질 확률은 50 %이다. **답** 50 %

우공비 BOX

보충 설명

멘델이 유전 연구 재료로 완두를 사용하였기 때문에 유전 법칙을 발견할 수 있었어요. 형질이 복잡하고 한 세대가 긴 생물을 이용하였으면 유전학의 발전이 늦어졌을 수도 있습니다.

보충 설명

RRyy인 동글고 초록색 완두는 Ry인 생식세포만 만들 수 있고, rrYY인 주름지고 황색 완두는 rY인 생식세포만 만들 수 있어요.

쉽게 쉽게

부모와 다른 유전 형질을 가진 자녀가 태어났다면 자녀의 형질이 열성이며, 부모는 모두 이형 접합(잡종)이라는 것을 알 수 있어요.

쉽게 쉽게

우성인 젖은 귀지 유전자는 대문자인 E로, 열성인 마른 귀지 유전자는 소문자인 e로 써요.

07 **모범답안** 완두의 키는 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되며 환경의 영향을 적게 받지만, 사람의 키는 여러 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되며 환경의 영향을 많이 받기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 다인자 유전이라고만 쓴 경우	30 %

08 (1) 1개의 난자와 정자가 수정된 후 분리되면 1란성 쌍둥이, 2개의 난자에 각각 정자가 수정되면 2란성 쌍둥이이다.

답 (가) 1란성 쌍둥이 (나) 2란성 쌍둥이

(2) **모범답안** (나)의 경우 서로 다른 수정란이 독립적으로 발생하여 생기므로 유전적으로 동일하지 않기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 유전적으로 차이가 있다고만 설명한 경우	60 %

09 **모범답안** 척추동물은 공통 조상으로부터 진화했으며, 서로 다른 환경에 적응하면서 다른 구조와 기능을 갖게 되었다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 공통 조상으로부터 진화했다는 내용이 포함된 경우	60 %

10 **모범답안** 발생 초기의 모습이 비슷하므로 척추동물은 공통 조상으로부터 진화하였다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 발생 초기의 모습이 비슷하다고만 설명한 경우	40 %

11 (1) 현대 진화론에서는 격리, 돌연변이, 자연 선택을 종합하여 진화를 설명한다. **답** (가) - (라) - (다) - (나) - (마)

(2) **모범답안** 돌연변이설, 돌연변이는 드물게 일어나며 대부분 생존에 불리한 방향으로 일어난다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 돌연변이설의 비판점만 바르게 설명한 경우	60 %

12 원핵생물계의 생물은 나타나지 않았다.

답 곰팡이 : 균계, 아메바 : 원생생물계, 지렁이 : 동물계, 옥수수 : 식물계

13 (1) **모범답안** 초원에 강과 산맥이 생겨 한 종의 생물이 세 무리로 나뉘어 격리되었다.

(2) **모범답안** 격리된 각 집단에서 돌연변이에 의해 새로운 형질을 가진 개체가 생겨난다. 이들 중 각자의 환경에 적응한 개체들이 자연 선택된다. 그 결과 원래 한 종의 생물로 구성되어 있던 집단은 점차 유전적으로 다른 특성을 가진 여러 집단으로 변해간다. 오랜 시간이 지난 후 강과 산맥이 사라져 세 집단이 다시 한 곳에 살게 되어도 교배해서 생식 능력이 있는 자손을 낳을 수 없는 상태가 된다. 즉, 이미 서로 다른 종이 된 것이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 격리, 돌연변이, 자연 선택 중 하나만 포함된 경우	30 %

대단원 별

단답형&서술형 문제 Ⅶ. 외권과 우주 개발 • 별책 46~47쪽

01 해설 참조 02 B 03 F, 막대 나선 은하 04 모양
05 해설 참조 06 A, 작은곰자리 07 (1) A (2) 해설 참조
08 해설 참조 09 해설 참조 10 A : 700 km/s, 우
리은하 : 500 km/s 11 해설 참조 12 해설 참조

01 방위각은 북점이나 남점을 기준으로 지평선을 따라 별의 방향까지 시계 방향으로 측정하며, 방위각의 크기 범위는 $0^\circ \sim 360^\circ$ 의 값을 갖는다. 북점을 기준으로 할 때 각 방위각에 따른 별의 방위는 다음 표와 같다.

방위각	별의 관측 방위	방위각	별의 관측 방위
0°	정북 방향	180°	정남 방향
$0^\circ \sim 89^\circ$	북동 방향	$181^\circ \sim 269^\circ$	남서 방향
90°	정동 방향	270°	정서 방향
$91^\circ \sim 179^\circ$	남동 방향	$21^\circ \sim 359^\circ$	북서 방향

모범답안 별 C의 방위각이 가장 크다. 방위각은 북점을 기준으로 지평선을 따라 별의 방향까지 시계 방향으로 측정한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 방위각이 가장 큰 별이나, 측정 방법 중 한 가지만 바르게 쓴 경우	50 %

02 고도는 지평선으로부터 별까지 올라다 켜 각도이므로 고도가 가장 낮은 것은 별 B이다. **답 B**

03 C는 타원 은하, E는 정상 나선 은하, B는 불규칙 은하에 해당한다. **답 F, 막대 나선 은하**

04 허블은 외부 은하를 모양에 따라 분류하였다. **답 모양**

05 정상 나선 은하와 막대 나선 은하의 공통점은 나선팔과 은하핵이 있는 것이고, 차이점은 막대 구조의 유무이다.

모범답안 공통점 : 은하핵과 나선팔이 있다. 차이점 : (가)는 막대 구조가 없고, (나)는 막대 구조가 있다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 공통점과 차이점 중 한 가지만 바르게 쓴 경우	40 %

06 북극성은 작은곰자리의 2등성 별이다. **답 A, 작은곰자리**

07 (1) 산개 성단은 주로 나선팔에 분포한다. **답 A**
(2) 구상 성단은 우리은하의 핵과 헤일로에 분포하므로 구상 성단의 분포 중심은 우리은하의 중심과 거의 일치한다. 반면 태양은 우리은하의 중심부에서 약 3만 광년 떨어진 나선팔에 위치한다.

모범답안 구상 성단의 분포 중심은 우리은하의 중심부인 ㄱ에 해당하며, 태양은 나선팔인 ㄴ에 위치한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 구상 성단이나 태양의 위치 중 한 가지만 바르게 쓴 경우	30 %

우공비 BOX

보충 설명

1광년은 빛의 속도로 1년 동안 간 거리이므로 $3 \times 10^5 \text{ km/s} \times 365 \times 24 \times 3600 \text{ s} \approx 9.46 \times 10^{12} \text{ km}$ $\approx 63,000 \text{ AU}$ 예요.

보충 설명

허블의 은하 분류

허블은 외부 은하를 가시광선 영역에서 관측되는 형태에 따라 타원 은하, 나선 은하, 불규칙 은하로 분류하여 순서대로 정리하였어요. 가시광선이 아닌 다른 파장으로 관측하면 가시광선 영역으로 봤을 때와는 다른 모습으로 보여요.

08 **모범답안** 계절에 상관없이 모든 방향에서 골고루 분포되어 보일 것이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 이 외의 경우	0 %

09 우리은하의 지름은 약 10만 광년이고, 태양은 은하의 중심으로부터 약 3만 광년 떨어져 있다.

모범답안 우리은하의 지름은 약 10만 광년이므로 10만 년이 걸린다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 이동 시간만 바르게 쓴 경우	30 %

10 은하 B에서 보면 은하 A는 700 km/s의 속도로, 우리는 하는 500 km/s의 속도로 멀어지는 것처럼 보인다.

답 은하 A : 700 km/s, 우리은하 : 500 km/s

11 **모범답안** 구상 성단은 붉은색 별이 많고, 산개 성단은 파란색 별이 많다. 구상 성단은 생성된 지 오래되어 표면 온도가 낮은 붉은 별이 많고, 산개 성단은 비교적 최근에 생성되어 표면 온도가 높은 파란색 별이 많다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 구상 성단이나 산개 성단의 특징 중 한 가지만 바르게 설명한 경우	40 %

12 (1) **모범답안** 그림 (가)의 연필은 그림 (나)의 별, 그림 (가)의 헤원의 눈은 그림 (나)의 지구의 위치에 해당한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 이 외의 경우	0 %

(2) **모범답안** 그림 (가)에서 양쪽 눈을 번갈아 뜨면서 시차를 확인하는 시간 간격은 그림 (나)에서 지구 공전 궤도의 양 끝에 해당하므로 6개월이 된다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 이 외의 경우	0 %

(3) **모범답안** 그림 (가)에서 눈과 연필 사이의 거리가 멀어지면 연필의 시차는 작아진다. 그림 (나)에서는 연주 시차가 작은 별 B에 해당한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 거리와 시차의 관계를 바르게 설명한 경우	40 %

memo

