



정답과 해설



V 생식과 유전

01 세포 분열

개념 확인하기

p. 10

- 1 DNA, 단백질 2 A : 염색 분체, B : 유전자, C : DNA
 - 3 상동 염색체 4 상염색체, 성염색체 5 물질 교환 6 (1) ⊕ (2) ⊖ (3) ⊖ (4) ⊖ 7 세포판, 세포질 8 (가) → (마) → (라) → (나) → (다) 9 A : 2가 염색체, 감수 1분열 전기
 - 10 상동 염색체, 염색 분체
- 6 염색체는 세포가 분열하지 않을 때에는 핵 속에 가는 실처럼 풀어져 있다가 세포 분열 전기에 굵고 짧게 뭉쳐져 막대 모양으로 나타난다. 막대 모양의 염색체는 세포 분열 말기에 다시 가는 실처럼 풀어진다.
- 9 감수 1분열 전기에는 상동 염색체가 결합한 2가 염색체가 나타난다.

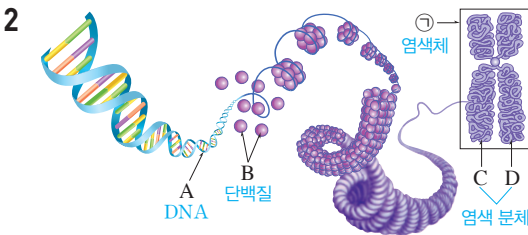
즉집게 문제

p. 11~15

- 1 ④ 2 ③ 3 ① 4 ④ 5 ④ 6 ⑤ 7 ④ 8 ⑤
- 9 ④ 10 (라) → (가) → (나) → (마) → (다) 11 ③ 12 ④
- 13 ⑤ 14 ⑤ 15 ② 16 ③ 17 ⑤ 18 ① 19 ③
- 20 ③ 21 ⑤ 22 감수 1분열 중기 23 ③ 24 ④
- 25 ① 26 ⑤ 27 ⑤

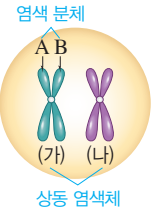
[서술형 문제 28~31] 해설 참조

- 1 ④ 남녀 공통으로 들어 있는 염색체를 상염색체라고 한다. 성염색체는 남녀의 성을 결정하는 염색체로, X 염색체와 Y 염색체가 있다.



- ① 염색체는 DNA(A)와 단백질(B)로 구성된다.
- ② DNA(A)에는 생물의 특징에 대한 여러 유전 정보가 담겨 있다.
- ③ C와 D는 하나의 염색체를 이루는 각각의 염색 분체로, 각 염색 분체를 이루는 DNA에는 많은 수의 유전자가 있다.
- ④ 하나의 염색체를 이루는 두 염색 분체(C와 D)는 세포 분열 시 분리되어 각각의 딸세포로 나뉘어 들어간다.
- ⑤ 염색체(㉠)는 세포가 분열하기 전에는 핵 속에 실처럼 풀어져 있다가 세포가 분열하기 시작하면 굵고 짧게 뭉쳐져 막대 모양으로 나타난다.

- 3 ① A와 B는 염색 분체이고, (가)와 (나)는 상동 염색체이다.



- ②, ④ 하나의 염색체를 이루는 두 염색 분체 A와 B는 한쪽의 DNA가 복제되어 만들어진 것으로, 유전 정보가 서로 같다.
 - ③, ⑤ 상동 염색체 (가)와 (나)는 아버지와 어머니에게서 각각 하나씩 물려받은 것으로, 유전 정보가 서로 다르다.
- 4 ①, ② 사람의 염색체 수는 46개이고, 상동 염색체는 23쌍이다.
- ③, ⑤ 1번~22번 염색체는 남녀 공통으로 있는 상염색체이고, X 염색체와 Y 염색체는 성염색체이다.
- ④ (가)는 성염색체 구성이 XY이므로 남자의 염색체이고, (나)는 성염색체 구성이 XX이므로 여자의 염색체이다.

- 5 세포는 세포 표면을 통해 생명 활동에 필요한 물질을 받아들이고 생명 활동 결과 생긴 노폐물을 내보내는 물질 교환을 한다. 그런데 세포가 클수록 세포의 부피에 대한 표면적의 비가 작아져 세포 표면을 통한 물질 교환이 불리해진다. 따라서 세포는 어느 정도 커지면 분열하여 그 수를 늘린다.

- 6 ㄱ. 우무 조각의 크기가 (가)에서 (나)로 커질 때 $\frac{\text{표면적}}{\text{부피}}$ 은 $\frac{6}{1}$ 에서 $\frac{24}{8}$ 로 감소한다. 따라서 세포가 클수록 $\frac{\text{표면적}}{\text{부피}}$ 이 작아짐을 알 수 있다.

ㄴ. 세포가 작을수록 $\frac{\text{표면적}}{\text{부피}}$ 이 커지므로, 세포 표면을 통한 물질 교환이 효율적으로 일어난다.

ㄷ. (가)에 비해 크기가 큰 (나)는 색소가 우무 조각 중심까지 이동하지 못하였다. 따라서 세포가 클수록 필요한 물질이 세포의 중심까지 이동하기가 어렵다는 것을 알 수 있다.

[7~8]



- 7 체세포 분열은 세포 분열 준비기인 간기를 거친 후, 핵분열과 세포질 분열이 일어난다. 즉, 간기(나) → 전기(마) → 중기(가) → 후기(라) → 말기(다)의 순으로 일어난다.

- 8 ① 말기(다)에 세포질 분열이 시작된다.
- ②, ⑤ 전기(마)에 막대 모양의 염색체가 나타나고, 핵막이 사라지며, 방추사가 형성된다.
- ③ 중기(가)는 염색체가 세포 중앙에 배열되어 염색체를 관찰하기에 가장 좋은 시기이다.
- ④ 세포 분열 전인 간기(나)에 DNA가 복제되어 유전 물질의 양이 2배로 증가한다.

- 9 ①, ②, ③ (가)는 세포판(A)이 형성되어 세포질이 나누어지므로 식물 세포이고, (나)는 세포질이 바깥쪽에서 안쪽으로 잘록하게 들어가면서 세포질이 나누어지므로 동물 세포이다.



④ 세포질 분열은 세포 분열 말기에 시작된다.

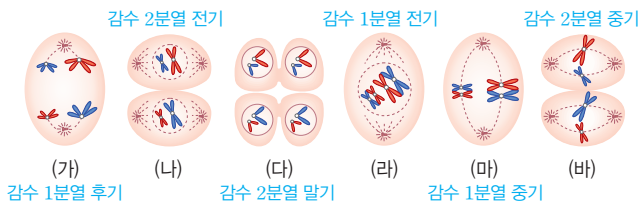
⑤ 소나무, 옥수수 같은 식물은 (가)와 같은 방법으로 세포질 분열이 일어나고, 고양이, 침팬지 같은 동물은 (나)와 같은 방법으로 세포질 분열이 일어난다.

10 양파 뿌리 끝에서 일어나는 체세포 분열을 관찰하는 과정은 고정(라) → 해리(가) → 염색(나) → 분리(마) → 압착(다)의 순으로 진행된다.

11 ③ (라)는 고정 과정으로, 세포가 생명 활동(세포 분열)을 멈추고 살아 있을 때의 모습을 유지하도록 하기 위한 과정이다.

⑤ 간기가 분열기보다 더 길기 때문에 현미경 표본을 관찰하면 세포 분열 중인 전기, 중기, 후기, 말기의 세포보다 간기의 세포가 더 많이 관찰된다.

12 감수 분열은 감수 1분열과 감수 2분열이 연속해서 일어나며, 각각 전기 → 중기 → 후기 → 말기 순으로 일어난다.



13 ⑤ (다) → (라) 과정에서 상동 염색체가 분리되어 세포 1개의 염색체 수가 절반으로 줄어든다. (라) → (마) 과정에서는 염색 분체가 분리되어 염색체 수의 변화가 없다.

14 감수 분열로 만들어진 생식세포는 염색체 수가 체세포의 절반이므로 부모의 생식세포가 한 개씩 결합하여 생긴 자손의 염색체 수는 부모와 같아진다. 즉, 감수 분열을 통해 염색체 수가 체세포의 절반인 생식세포가 만들어져 세대를 거듭해도 자손의 염색체 수가 일정하게 유지된다.

15

	구분	체세포 분열	감수 분열
①	분열 횟수	1회	연속 2회
②	분열 결과	생장	생식세포 형성
③	딸세포 수	2개	4개
④	염색체 수 변화	변화 없음	절반으로 줄어듦
⑤	2가 염색체	형성 안 됨	형성됨

16 감수 분열 결과 만들어진 생식세포는 상동 염색체가 분리되어 염색체 수가 체세포의 절반이다. 따라서 생식세포에는 체세포의 상동 염색체 중 하나씩만 들어 있다.

17 ①, ②, ③ 동물과 식물의 구분, 생물의 크기, 생물의 고등한 정도는 생물의 염색체 수와 관계 없다.

④ 벼와 소나무처럼 종이 달라도 염색체 수가 같은 경우가 있는데, 종이 다르면 염색체의 크기나 모양, 유전자 등이 다르다.

18 몸집이 큰 어른은 몸집이 작은 아이보다 세포의 수가 많으며, 세포의 크기는 어른과 아이가 거의 비슷하다.

19 ①, ④ 체세포 분열 결과 상처가 아물거나 꼬리가 잘린 도마뱀에서 꼬리가 새로 자라는 재생이 일어난다.

② 체세포 분열 결과 식물의 뿌리가 길게 자라는 생장이 일어난다.

③ 정자와 난자 같은 생식세포가 만들어지는 것은 감수 분열 결과이다.

⑤ 짙신벌레나 아메바 같은 단세포 생물은 체세포 분열로 생긴 딸세포가 새로운 개체가 되는 번식이 일어난다.

20 ③ 감수 분열은 세포 분열이 연속으로 2회 일어나 1개의 모세포로부터 4개의 딸세포가 만들어진다.

21 ① (가)는 체세포 분열, (나)는 감수 분열 과정이다.

② 상동 염색체의 분리는 감수 1분열에서 일어나고, 체세포 분열과 감수 2분열에서는 염색 분체가 분리된다.

③ 체세포 분열(가)과 감수 분열(나) 모두 분열 전 간기에 유전 물질의 복제가 일어나 유전 물질의 양이 2배가 된다.

④ 체세포 분열(가) 결과 딸세포와 모세포의 염색체 수가 같고, 감수 분열(나) 결과 딸세포의 염색체 수는 모세포의 절반이다.

⑤ 사람의 경우 체세포 분열(가)은 온몸에서 일어나고, 감수 분열(나)은 생식 기관인 정소와 난소에서 일어난다.

22 2가 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있는 것으로 보아 감수 1분열 중기의 세포이다.

23 감수 분열이 일어나면 염색체 수가 모세포의 절반으로 줄어든 4개의 딸세포가 만들어진다. 이 세포에는 2쌍의 상동 염색체가 있으므로 염색체 수는 4개이고, 감수 분열 결과 만들어지는 딸세포의 염색체 수는 2개가 된다.

25 간기에 DNA(유전 물질)가 복제되어 그 양이 2배로 증가한다.

26 ㄱ, ㄴ. 모양과 크기가 같은 2개의 염색체가 쌍을 이루고 있으므로 체세포이다. 이 체세포에는 상동 염색체가 모두 3쌍이 있으며, 6개의 염색체가 있다.

ㄷ. 감수 분열 결과 만들어지는 생식세포에는 체세포의 절반인 3개의 염색체가 있다.

27 (가)는 상동 염색체가 있고, 각 염색체의 염색 분체가 분리되고 있으므로 체세포 분열 후기의 세포이다.

(나)는 상동 염색체 중 하나씩만 있고, 각 염색체의 염색 분체가 분리되고 있으므로 감수 2분열 후기의 세포이다.

(다)는 상동 염색체가 있고, 각 상동 염색체가 분리되고 있으므로 감수 1분열 후기의 세포이다.

서술형 문제

28 | 모범 답안 | 세포가 커지면 표면적이 작아져 물질 교환이 불리하므로 세포의 크기가 계속 커지지 않고 세포 분열을 통해 세포 수를 늘린다.

채점 기준	배점
제시된 용어를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
제시된 용어 중 두 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	70 %
제시된 용어 중 한 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	40 %



29 | 모범 답안 양파의 뿌리 끝에는 체세포 분열이 활발하게 일어나는 생장점이 있기 때문이다.

| 해설 식물의 경우 생장점과 형성층에서 체세포 분열이 활발하게 일어나 그 결과 길이 생장과 부피 생장이 일어난다.

채점 기준	배점
양파의 뿌리 끝에는 체세포 분열이 활발하게 일어나는 생장점이 있기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
양파의 뿌리 끝에서는 체세포 분열이 활발하게 일어나기 때문이라고만 서술한 경우	90 %
양파의 뿌리 끝에는 생장점이 있기 때문이라고만 서술한 경우	80 %

30 | 모범 답안 (1) (다)

(2) 감수 1분열 시기에 상동 염색체가 분리되어 서로 다른 딸세포로 들어가기 때문에 염색체 수가 모세포의 절반으로 줄어든다.

채점 기준	배점
(1) (다)라고 옳게 쓴 경우	40 %
(2) 감수 1분열 시기와 상동 염색체의 분리를 포함하여 옳게 서술한 경우	60 %
상동 염색체의 분리만 포함하여 옳게 서술한 경우	40 %

31 | 모범 답안 감수 1분열 중기, 2가 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있기 때문이다.

| 해설 상동 염색체가 접합한 2가 염색체는 감수 1분열 과정에서만 볼 수 있다.

채점 기준	배점
시기와 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
시기만 옳게 쓴 경우	40 %
까닭만 옳게 서술한 경우	60 %

02 사람의 발생

개념 확인하기

p. 17

1 A : 수정란, B : 부정소, C : 정소, D : 난소, E : 수란관, F : 자궁, G : 질 2 정소, 난소 3 A : 핵, B : 꼬리, C : 세포질, D : 핵 4 양분, 꼬리 5 수정 6 발생 7 증가, 작아 8 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ 9 산소, 영양소, 이산화 탄소, 노폐물 10 8, 266

2 정자는 정소에서, 난자는 난소에서 각각 감수 분열이 일어나 만들어진 생식세포이다.

7 난할은 체세포 분열이지만 체세포의 크기가 커지지 않고 세포 분열을 빠르게 반복한다. 따라서 난할이 진행되면 세포 수는 증가하지만, 세포 하나의 크기는 점점 작아진다.

4 정답과 해설



족집게 문제

p. 18~19

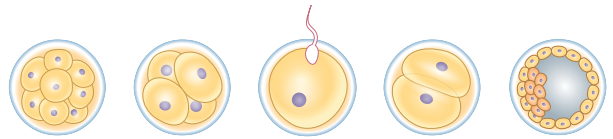
1 ④ 2 ④ 3 ④ 4 ① 5 ① 6 ③ 7 ⑤ 8 ⑤
9 ④ 10 ⑤ 11 ②

[서술형 문제 12~13] 해설 참조

1 ④ 사람의 생식세포인 정자와 난자는 각각 정소와 난소에서 감수 분열 결과 만들어진다. 따라서 염색체 수는 체세포의 절반인 23개이다.

2 염색체 수가 체세포의 절반인 암수의 생식세포가 수정하면 체세포와 염색체 수가 같은 수정란이 된다. 따라서 정자와 난자가 수정하여 만들어진 수정란은 정자, 난자의 염색체 수의 2배이고, 체세포의 염색체 수와 같다.

3



(가) 8세포배 (나) 4세포배 (다) 수정란 (라) 2세포배 (마) 포배

①, ② 수정란의 초기 세포 분열을 난할이라고 하며, 난할은 딸세포의 크기가 커지지 않고 세포 분열을 빠르게 반복한다.

③ 난할이 진행될수록 세포 각각의 크기는 점점 작아지지만 배아 전체의 크기는 수정란과 비슷하다.

④ 난할은 체세포 분열의 일종이므로, 난할이 진행될 때 세포 하나당 염색체 수는 변화 없다. 따라서 (가)~(마) 모두 세포 하나당 염색체 수는 같다.

⑤ 난할은 수정란(다) → 2세포배(라) → 4세포배(나) → 8세포배(가) → 포배(마) 순으로 진행된다.

4 ① A는 배란, B는 수정, C는 난할, D는 착상이다. 난자가 난소에서 수란관으로 배출되는 배란(A)이 일어나고, 수란관에서 정자와 난자가 만나 수정(B)이 이루어진다. 수정란은 난할(C)이 일어나 세포 수를 늘리며 자궁으로 이동하고, 수정된 지 약 일주일 후 포배 상태일 때 자궁 안쪽 벽에 착상(D)한다.

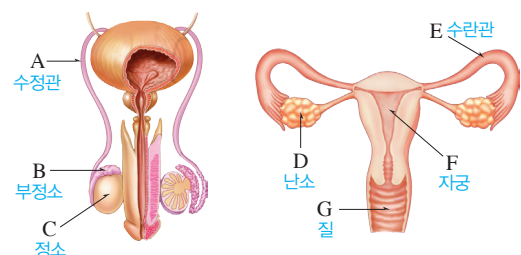
5 태아는 태반을 통해 필요한 산소와 영양소를 모체로부터 전달받고, 태아의 몸에서 생기는 이산화 탄소와 노폐물을 모체로 전달하여 내보낸다.

6 ② 착상 이후에 태반이 만들어져 태반을 통해 모체와 태아 사이에서 물질 교환이 일어난다.

③ 착상 이후에 자궁 속 배아는 체세포 분열을 계속하여 여러 조직과 기관을 형성하여 사람과 같은 개체가 된다.

④ 수정된 지 8주 후 사람의 모습을 갖춘 상태를 태아라고 하고, 그 이전의 상태를 배아라고 한다.

7





③ 정소(C)에서 정자가, 난소(D)에서 난자가 만들어진다.
 ⑤ 질(G)은 정자가 들어가는 통로 또는 태아가 나가는 통로이다. 수정란이 포배 상태로 착상되어 태아가 자라는 곳은 자궁(F)이다.

8 (가)는 수정, (나)는 착상, (다)는 배란, (라)는 난할 과정이다. 배란에서 착상까지의 과정은 배란(다) → 수정(가) → 난할(라) → 착상(나) 순이다.

9 나. 태반(B)을 통해 모체와 태아 사이에 물질 교환이 일어난다.
 다. 태반(B)을 통해 태아에서 모체 쪽(가)으로 이산화 탄소와 노폐물이 전달되고, 모체에서 태아 쪽(나)으로 산소와 영양소가 전달된다.

10 난자가 난소에서 수란관으로 배란된 후 정자와 만나 수정이 일어나고, 수정란은 난할을 하며 자궁으로 이동하여 착상한다. 착상 후 모체와 태아 사이에 태반이 만들어진다.

11 나. 중추 신경계는 가장 먼저 발달하기 시작하지만, 태어날 때까지도 완성되지 않는다.
 다. 수정 후 8주까지 주요 기관의 대부분이 형성되어 사람의 모습을 갖춘 태아가 된다.



서술형 문제

12 | 모범 답안 | 난자는 세포질에 많은 양분을 저장하고 있기 때문이다.

채점 기준	배점
세포질에 많은 양분을 저장하고 있기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
양분 때문이라고만 서술한 경우	50 %

13 | 모범 답안 | 난할이 진행되면 세포 수는 증가하고, 세포 하나의 크기는 점점 작아지지만, 세포 하나당 염색체 수는 변화 없다.

채점 기준	배점
제시된 용어를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
제시된 용어 중 두 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	70 %
제시된 용어 중 한 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	40 %

03 멘델의 유전 원리

개념 확인하기

p. 21

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

5 대립 형질이 다른 두 순종 개체를 교배했을 때 잡종 1대에서 나타나는 형질이 우성, 나타나지 않는 형질이 열성이다. 순종의 노란색 완두와 순종의 초록색 완두를 교배했을 때 잡종 1대에서 노란색 완두가 나왔으므로 노란색이 우성 형질이다.

9 순종의 둥글고 노란색인 완두와 순종의 주름지고 초록색인 완두를 교배하여 얻은 잡종 1대를 자가 수분하여 잡종 2대를 얻었을 때, 잡종 2대에서 표현형의 분리비는 둥글고 노란색(가) : 둥글고 초록색(나) : 주름지고 노란색(다) : 주름지고 초록색(라) = 9 : 3 : 3 : 1이다.



족집게 문제

p. 22~25

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

[서술형 문제 24~26] 해설 참조

1 ⑤ 대립 형질이 다른 두 순종 개체를 교배했을 때 잡종 1대에서 나타나는 형질이 우성, 나타나지 않는 형질이 열성이다.

2 ③ 완두는 대립 형질이 뚜렷하여 교배 결과를 명확하게 해석할 수 있다.

④ 완두는 자가 수분과 타가 수분이 모두 가능하여 의도한 대로 형질을 교배할 수 있다.

3 잡종 1대는 어버이로부터 유전자 R과 r를 각각 물려받아 유전자형이 Rr이며, 우성 형질인 둥근 모양만 나온다.

4 잡종 2대에서 표현형의 분리비는 둥근 모양 : 주름진 모양 = 3 : 1이다.

5 잡종 1대는 어버이로부터 유전자 Y와 y를 물려받아 유전자형이 Yy이다. 이때 대립유전자 Y와 y는 상동 염색체의 같은 위치에 한 개씩 존재한다.

6 ① 초록색 완두의 유전자형은 yy 한 가지이므로, 초록색 완두는 모두 순종이다.

② 잡종 1대에서 노란색 완두(Yy)만 나온 것으로 보아 완두씨의 색깔은 노란색이 초록색에 대해 우성이다.

③ 잡종 1대에서는 유전자 Y를 가진 생식세포와 유전자 y를 가진 생식세포가 1 : 1로 만들어진다.

④ 잡종 2대의 유전자형의 분리비는 YY : Yy : yy = 1 : 2 : 1이다. 따라서 잡종 2대에서 순종(YY, yy)과 잡종(Yy)의 분리비는 1 : 1이다.

⑤ 잡종 2대에서 노란색 완두의 유전자형은 YY 또는 Yy이므로 잡종 2대에서 얻은 노란색 완두의 유전자형은 모두 같지는 않다.

7 잡종 2대의 표현형의 분리비는 노란색(YY, Yy) : 초록색(yy) = 3 : 1이므로, 잡종 2대에서 초록색 완두의 비율은 $\frac{1}{4}$ 이다. $200 \times \frac{1}{4} = 50(\text{개})$

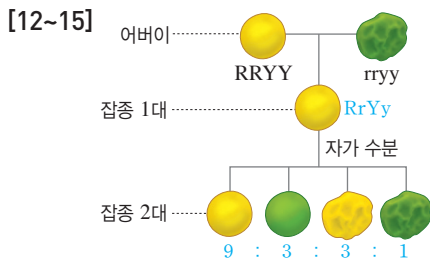


8 잡종 2대의 유전자형의 분리비는 $YY : Yy : yy = 1 : 2 : 1$ 이므로, 잡종 2대에서 잡종 1대와 유전자형이 같은 완두(Yy)의 비율은 $\frac{1}{2}$ 이다. $160 \times \frac{1}{2} = 80(\text{개})$

9 어버이에서 각각 RY , ry 를 가진 생식세포가 만들어지고 이 생식세포가 결합하여 잡종 1대가 만들어지므로, 잡종 1대의 유전자형은 $RrYy$ 이다.

10 잡종 1대의 유전자형은 $RrYy$ 이므로, 잡종 1대에서는 유전자형이 RY , Ry , rY , ry 인 생식세포가 $1 : 1 : 1 : 1$ 의 비로 만들어진다.

11 잡종 2대에서 씨 모양에 대한 표현형의 분리비는 둥근 모양(RR , Rr) : 주름진 모양(rr) = $3 : 1$ 이므로, 잡종 2대에서 둥근 완두의 비율은 $\frac{3}{4}$ 이다. $800 \times \frac{3}{4} = 600(\text{개})$



12 ① 잡종 2대에서 둥근 모양 : 주름진 모양 = $3 : 1$ 로 나타나고, 노란색 : 초록색 = $3 : 1$ 로 나타난다.

② 잡종 2대에서 표현형의 분리비는 둥글고 노란색 : 둥글고 초록색 : 주름지고 노란색 : 주름지고 초록색 = $9 : 3 : 3 : 1$ 이다. 따라서 잡종 2대에서 잡종 1대와 같은 표현형(둥글고 노란색)을 가질 확률은 $\frac{9}{16}$ 이다.

③ 잡종 2대에서 둥글고 노란색인 완두에 해당하는 유전자형은 $RRYY$, $RRYy$, $RrYY$, $RrYy$ 이다.

④ 대립 형질이 다른 두 순종 개체를 교배한 결과 잡종 1대에서 둥글고 노란색인 완두만 나온 것으로 보아 둥근 모양이 주름진 모양에 대해 우성이고, 노란색이 초록색에 대해 우성이다.

⑤ 잡종 2대에서 완두 씨의 모양과 색깔의 분리비가 각각 $3 : 1$ 로 나온 것은 잡종 1대에서 생식세포가 만들어질 때 대립유전자 R 와 r , Y 와 y 가 각각 독립적으로 분리되어 서로 다른 생식세포로 들어갔기 때문이다. 따라서 완두 씨의 모양과 색깔을 결정하는 유전자는 서로 영향을 미치지 않고 독립적으로 유전된다는 것을 알 수 있다.

13 잡종 2대의 표현형의 분리비는 둥글고 노란색 : 둥글고 초록색 : 주름지고 노란색 : 주름지고 초록색 = $9 : 3 : 3 : 1$ 이다.

14 잡종 2대의 표현형의 분리비는 둥글고 노란색 : 둥글고 초록색 : 주름지고 노란색 : 주름지고 초록색 = $9 : 3 : 3 : 1$ 이므로, 잡종 2대에서 잡종 1대와 표현형이 같은 완두(둥글고 노란색인 완두)의 비율은 $\frac{9}{16}$ 이다. $1600 \times \frac{9}{16} = 900(\text{개})$

15 잡종 2대의 표현형의 분리비는 둥글고 노란색 : 둥글고 초록색 : 주름지고 노란색 : 주름지고 초록색 = $9 : 3 : 3 : 1$ 이므로, 잡종 2대에서 주름지고 초록색인 완두의 비율은 $\frac{1}{16}$ 이다.

$$3200 \times \frac{1}{16} = 200(\text{개})$$

16 ② 대립 형질은 한 가지 형질에서 뚜렷하게 대립되는 변이다. 따라서 완두 씨의 색깔이 노란색인 것과 초록색인 것, 완두 씨의 모양이 둥근 것과 주름진 것이 각각 대립 형질이다.

17 순종은 한 가지 형질을 나타내는 유전자의 구성이 같은 개체이고, 잡종은 한 가지 형질을 나타내는 유전자의 구성이 다른 개체이다.

18 ③ 멘델은 한 쌍을 이루는 유전 인자가 서로 다를 때 하나의 유전 인자만 형질로 표현되고, 나머지 인자는 표현되지 않는다고 하였다.

19 키 작은 완두는 열성이므로 순종이다. 우성 개체인 키 큰 완두(T)와 열성 순종 개체인 키 작은 완두(tt)를 교배하여 키 큰 완두(우성) : 키 작은 완두(열성) = $1 : 1$ 로 나왔으므로, 어버이의 키 큰 완두는 잡종(Tt)이다.

20 ① 분꽃의 꽃잎 색깔 유전은 멘델이 밝힌 유전 원리 중 우열의 원리는 성립하지 않지만 분리의 법칙은 성립한다.

② 빨간색 꽃잎 분꽃(RR)과 흰색 꽃잎 분꽃(WW)을 교배하였을 때 잡종 1대에서 분홍색 꽃잎 분꽃(RW)만 나온 것은 빨간색 꽃잎 유전자(R)와 흰색 꽃잎 유전자(W) 사이에 우열 관계가 뚜렷하지 않기 때문이다.

③ 빨간색 꽃잎 분꽃(RR)과 분홍색 꽃잎 분꽃(RW)을 교배하면 빨간색 꽃잎(RR) : 분홍색 꽃잎(RW) = $1 : 1$ 로 나타난다.

④, ⑤ 잡종 2대의 표현형과 유전자형의 분리비는 빨간색 꽃잎(RR) : 분홍색 꽃잎(RW) : 흰색 꽃잎(WW) = $1 : 2 : 1$ 로 같다.

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

22 (가)는 열성 순종 개체와 교배했을 때 자손에서 우성 형질만 나왔으므로 우성 순종(YY)이다. $YY \times yy \rightarrow Yy$

(나)는 열성 순종 개체와 교배했을 때 우성 형질과 열성 형질이 $1 : 1$ 로 나왔으므로 우성 잡종(Yy)이다. $Yy \times yy \rightarrow Yy, yy$

(다)는 자가 수분했을 때 우성 형질과 열성 형질이 $3 : 1$ 로 나왔으므로 우성 잡종(Yy)이다. $Yy \times Yy \rightarrow YY, Yy, Yy, yy$

23 잡종 1대($TtRW$)를 자가 수분했을 때 $Tt \times Tt \rightarrow TT, Tt, Tt, tt$ 이므로 잡종 2대에서 키가 작을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이고, $RW \times RW \rightarrow \underline{RR}, RW, RW, WW$ 이므로 잡종 2대에서 빨간색 꽃잎일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. 따라서 잡종 2대에서 키가 작고 빨간색 꽃잎인 분꽃의 비율은 $\frac{1}{4}$ (키가 작을 확률) $\times$ $\frac{1}{4}$ (빨간색 꽃잎일 확률) = $\frac{1}{16}$ 이다. $800 \times \frac{1}{16} = 50(\text{개})$



서술형 문제

- 24 | 모범 답안** | 기르기 쉽다. 한 세대가 짧다. 자손의 수가 많다. 대립 형질이 뚜렷하다. 자가 수분과 타가 수분이 모두 가능하다. 중 세 가지

채점 기준	배점
까닭을 세 가지 모두 옳게 서술한 경우	100 %
까닭을 두 가지만 옳게 서술한 경우	70 %
까닭을 한 가지만 옳게 서술한 경우	40 %

- 25 | 모범 답안** | 보라색, 대립 형질이 다른 두 순종 개체를 교배했을 때 잡종 1대에서 나타나는 형질이 우성인데, 잡종 1대에서 보라색 꽃잎만 나타났기 때문이다.

채점 기준	배점
보라색이라고 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
보라색이라고 쓰고, 잡종 1대에서 보라색 꽃잎이 나타났기 때문이라고만 서술한 경우	70 %
보라색이라고만 쓴 경우	40 %

- 26 | 모범 답안** | 빨간색 꽃잎 유전자(R)와 흰색 꽃잎 유전자(W) 사이의 우열 관계가 뚜렷하지 않기 때문이다.

| 해설 | 분꽃의 꽃잎 색깔 유전은 우열의 원리는 성립하지 않지만 분리의 법칙은 성립한다.

채점 기준	배점
두 유전자 사이의 우열 관계가 뚜렷하지 않기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
우열의 원리가 성립하지 않기 때문이라고만 서술한 경우	80 %

04 사람의 유전

개념 확인하기

p. 27

1 길고, 적으며, 복잡 2 가계도 조사, 쌍둥이 연구, 염색체 분석 3 1관성 쌍둥이 4 상염색체, 같다 5 미맹 6 (가) Aa (나) Aa (다) aa 7 $A=B>O$ 8 A형, AO 9 반성 10 XX' , $X'X'$, XY, $X'Y$

- 2 사람의 유전 연구 방법에는 가계도 조사, 쌍둥이 연구, 통계 조사, 염색체 분석, DNA 분석이 있다.
- 3 1관성 쌍둥이는 하나의 수정란이 발생 초기에 분리되어 각각 발생한 것으로 유전자 구성이 서로 같으며, 환경의 영향으로 형질 차이가 나타난다.
- 6 미맹이 아닌 부모 사이에서 미맹인 자녀가 태어났으므로, 미맹이 아닌 형질이 우성이고 미맹이 열성이다. 따라서 미맹인 (다)의 유전자형은 aa이고, 부모는 모두 미맹 유전자를 하나씩 가지고 있으므로 (가)와 (나)의 유전자형은 Aa이다.

- 8 아버지가 B형인데 AB형인 자녀가 태어났으므로 어머니(가)는 유전자 A를 가지고, O형인 자녀가 태어났으므로 부모는 모두 유전자 O를 가진다. 따라서 아버지의 유전자형은 BO가 되고, 어머니(가)의 유전자형은 AO가 된다.



족집게 문제

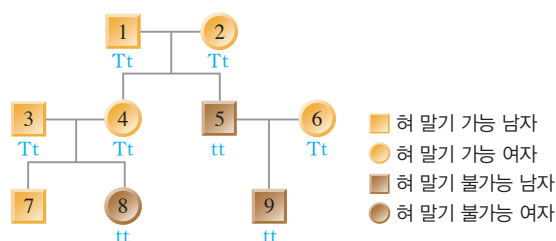
p. 28~31

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

[서술형 문제 23~25] 해설 참조

- 1 ① 사람은 한 세대가 길어 여러 세대에 걸쳐 특정 형질이 유전되는 방식을 관찰하기 어렵다.
② 사람은 자손의 수가 적어 통계 자료로 활용할 충분한 사례를 얻기 힘들다.
③ 사람의 유전 형질은 대립 형질이 뚜렷하지 않은 경우가 많고 매우 복잡하여 유전 연구가 어렵다.
- 2 ① 통계 조사를 통해 형질이 유전되는 특징, 유전자의 분포 등을 밝힌다.
② 가계도 조사를 통해 특정 형질의 우열 관계, 유전자의 전달 경로, 가족 구성원의 유전자형 등을 알 수 있고, 앞으로 태어날 자손의 형질을 예측할 수 있다.
③ 쌍둥이의 성장 환경과 특정 형질의 발현이 어느 정도 일치하는지를 조사하여 유전과 환경이 특정 형질에 미치는 영향을 알 수 있다.
④ 염색체 분석을 통해 염색체 이상에 의한 유전병을 진단한다.
⑤ DNA 분석을 통해 특정 형질과 관련된 유전자의 정보를 얻으며, 부모와 자녀의 DNA를 비교하여 특정 형질의 유전 여부를 확인한다.
- 3 ① (가)는 1관성 쌍둥이이고, (나)는 2관성 쌍둥이이다.
② 1관성 쌍둥이(가)는 유전자 구성이 서로 같으므로 성별과 혈액형이 항상 같다.
③ 2관성 쌍둥이(나)는 유전자 구성이 서로 다르므로 성별과 혈액형이 같을 수도 있고 다를 수도 있다.
④ 1관성 쌍둥이(가)는 난자 1개와 정자 1개가 수정된 하나의 수정란이 발생 초기에 분리되어 각각 발생한 것이다.
⑤ 1관성 쌍둥이(가)는 환경의 영향으로 형질 차이가 나타나고, 2관성 쌍둥이(나)는 유전과 환경의 영향으로 형질 차이가 나타난다.

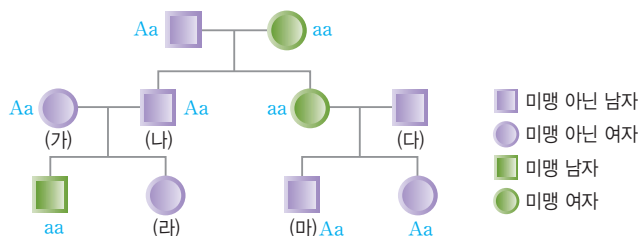
4





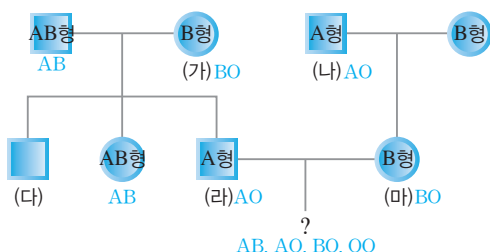
- ① 혀 말기가 가능한 부모 1과 2 사이에서 혀 말기가 불가능한 자녀 5가 태어난 것으로 보아 혀 말기가 가능한 형질은 혀 말기가 불가능한 형질에 대해 우성으로 유전된다.
- ② 3은 자녀 8에게 열성 유전자 t를 물려주었으므로 3의 유전자형은 Tt이다.
- ③ 열성 형질인 9는 부모 5와 6으로부터 열성 유전자 t를 각각 하나씩 물려받았다.
- ④ 우성 형질인 사람 중 열성 형질인 자녀가 있는 1, 2, 3, 4, 6은 자녀에게 열성 유전자 t를 물려주었으므로 유전자형이 Tt인 것이 확실하다. 그러나 7은 유전자형이 TT인지, Tt인지 확실하지 않다. 따라서 유전자형이 Tt인 것이 확실한 사람은 5명이다.
- ⑤ $Tt(3) \times Tt(4) \rightarrow TT, Tt, Tt, tt$ 이므로 3과 4 사이에서 자녀가 한 명 더 태어날 때 혀 말기가 불가능함(tt) 확률은 $\frac{1}{4} \times 100 = 25\%$ 이다.

[5~6]



- 5 미맹이 아닌 부모 사이에서 미맹인 자녀가 태어난 경우 부모는 모두 미맹 유전자를 한 개씩 갖는데, (가)와 (나)의 자녀 중에 미맹이 있으므로 (가)와 (나)의 유전자형은 Aa이다. 그리고 부모 중 한 명이 미맹이면 자녀는 모두 미맹 유전자를 갖는데, (마)의 어머니가 미맹이므로 (마)의 유전자형은 Aa이다. (다)와 (라)는 이 가계도만으로는 유전자형이 AA인지, Aa인지 확실하게 알 수 없다.
- 6 (마)의 유전자형은 Aa이므로 (마)가 미맹인 여자(aa)와 결혼하여 자녀를 낳았을 때 Aa, aa인 자녀가 태어날 수 있다. 따라서 자녀가 미맹(aa)일 확률은 $\frac{1}{2} \times 100 = 50\%$ 이다.
- 7 ③ ABO식 혈액형의 표현형은 A형, B형, AB형, O형으로 4가지이고, ABO식 혈액형의 유전자형은 AA, AO, BB, BO, AB, OO로 6가지이다.
④ 유전자 A와 B 사이에는 우열 관계가 없고, 유전자 A와 B는 유전자 O에 대해 우성이다(A=B>O).
⑤ 부모의 유전자형이 모두 AO인 경우 $AO \times AO \rightarrow AA, AO, OO$ 이므로, 부모가 모두 A형이어도 O형의 자녀가 태어날 수 있다.

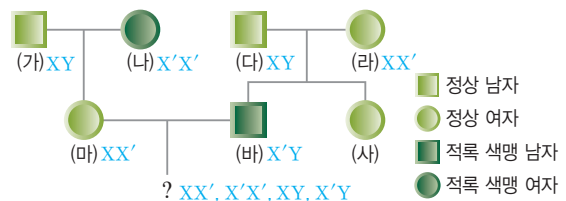
[8~10]



8 정답과 해설

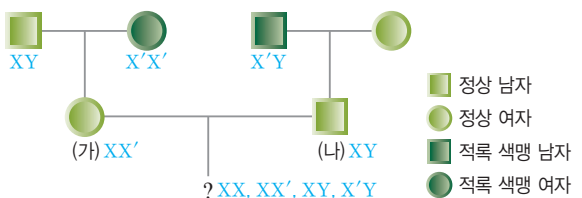
- 8 (가)는 B형이므로 유전자형이 BB 또는 BO인데, A형인 자녀가 태어났으므로 (가)의 유전자형은 BO이다. (나)는 A형이므로 유전자형이 AA 또는 AO인데, B형인 자녀가 태어났으므로 (나)의 유전자형은 AO이다.
- 9 $AB \times BO(가) \rightarrow AB, AO, BB, BO$ 이므로, B형(BB, BO)인 자녀가 태어날 확률은 $\frac{1}{2} \times 100 = 50\%$ 이다.
- 10 (라)의 유전자형은 AO이고 (마)의 유전자형은 BO이다. 따라서 $AO \times BO \rightarrow AB, AO, BO, OO$ 이므로, (라)와 (마) 사이에서 나올 수 있는 자녀의 ABO식 혈액형은 AB형, A형, B형, O형이다.
- 11 ①, ②, ③ 적록 색맹 유전자는 성염색체인 X 염색체에 있으며 정상 유전자에 대해 열성이다. 따라서 적록 색맹은 여자보다 남자에게 더 많이 나타난다.
④ 아버지가 적록 색맹(X'Y)이어도 어머니가 정상(XX)이면 정상인 딸(XX')이 태어난다. $X'Y \times XX \rightarrow XX', XX', XY, XY$
⑤ 어머니가 적록 색맹(X'X')이면 아들은 모두 적록 색맹(X'Y)이 된다. $XY \times X'X' \rightarrow XX', XX', X'Y, X'Y$

[12~13]



- 12 ① (다)는 정상인 남자이므로 유전자형이 XY이고, (라)는 (바)에게 적록 색맹 유전자(X')를 물려주었으므로 유전자형이 XX'이다.
② (마)는 정상이지만 (나)로부터 적록 색맹 유전자(X')를 물려받았으므로 보인자(XX')이다.
③ (사)는 유전자형이 XX인지 XX'인지 확실하지 않다. 즉, 적록 색맹 유전자(X')를 가지고 있는 것이 확실하지 않다.
④ 적록 색맹 유전자는 X 염색체에 있으므로 아들은 어머니로부터 적록 색맹 유전자를 물려받게 된다. 따라서 (바)는 (라)로부터 적록 색맹 유전자(X')를 물려받았다.
⑤ $XX'(마) \times X'Y(바) \rightarrow XX', X'X', XY, X'Y$ 이므로, (마)와 (바) 사이에서 적록 색맹인 딸(X'X')이 태어날 수 있다.
- 13 적록 색맹 유전자는 X 염색체에 있으므로 아들의 적록 색맹 유전자는 어머니(마)로부터 물려받은 것이다. 그리고 어머니(마)의 적록 색맹 유전자는 적록 색맹인 외할머니(나)로부터 물려받은 것이다. 따라서 적록 색맹 유전자는 외할머니(나) → 어머니(마) → 아들로 전달되었다.

14



(가)는 적록 색맹인 어머니로부터 적록 색맹 유전자(X')를 물려받았으므로 유전자형이 XX' 이고, (나)는 정상인 남자이므로 유전자형이 XY 이다.

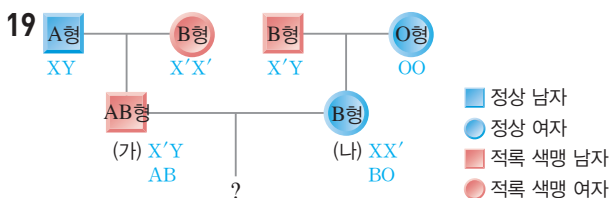
$XX'(가) \times XY(나) \rightarrow XX, XX', XY, X'Y$ 이므로, (가)와 (나) 사이에서 아들($XY, X'Y$)이 태어났을 경우, 이 아들이 적록 색맹($X'Y$)일 확률은 $\frac{1}{2} \times 100 = 50\%$ 이다.

- 15 사람의 유전 연구 방법 중 ①은 가계도 조사, ②는 염색체와 DNA 분석, ④는 통계 조사, ⑤는 쌍둥이 연구이다.
③ 사람은 완두와 달리 인위적으로 교배 실험을 하여 유전 연구를 할 수 없다.

- 16 ㄱ. 유전자 구성이 같은 1란성 쌍둥이의 경우 함께 자란 경우보다 따로 자란 경우 몸무게의 형질이 일치하는 정도가 낮았다. 따라서 몸무게는 환경의 영향을 받는다는 것을 알 수 있다.
ㄴ. 유전자 구성이 같은 1란성 쌍둥이의 경우 함께 자란 경우와 따로 자란 경우 모두 ABO식 혈액형의 형질이 일치하는 정도가 1이므로 ABO식 혈액형은 환경의 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있다. 또한, 2란성 쌍둥이의 경우 함께 자란 경우에도 ABO식 혈액형의 형질이 일치하는 정도가 낮았다.
ㄷ. 1란성 쌍둥이는 유전자 구성이 서로 같으므로, 1란성 쌍둥이에서 형질 차이가 나타나는 것은 환경의 영향 때문이다. 즉, 1란성 쌍둥이의 몸무게가 서로 다른 것은 환경의 영향 때문이다.

- 17 ① 미맹 유전자는 상염색체에 있다.
③ 미맹은 남녀에 따라 형질이 나타나는 빈도에 차이가 없다.
④ 미맹은 대립 형질이 비교적 명확하게 구분된다.
⑤ 미맹은 한 쌍의 대립유전자에 의해 형질이 결정된다.

- 18 컹불 모양이 분리형인 부모 사이에서 컹불 모양이 부착형인 자녀가 태어났다. 따라서 부착형이 열성이고, 부착형인 지영의 유전자형은 ee 이다. 그리고 분리형인 부모는 부착형 유전자 e 를 하나씩 가지고 있으므로 부모의 유전자형은 모두 Ee 이다.

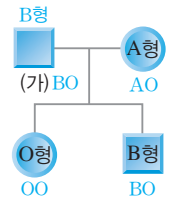


적록 색맹 유전의 경우 (가)는 적록 색맹인 남자이므로 유전자형이 $X'Y$ 이고, (나)는 적록 색맹인 아버지로부터 적록 색맹 유전자(X')를 물려받았으므로 유전자형이 XX' 이다. ABO식 혈액형 유전의 경우 (가)는 AB형이므로 유전자형이 AB 이고, (나)는 B형이므로 유전자형이 BB 또는 BO 인데, 어머니로부터 유전자 O 를 물려받았으므로 유전자형이 BO 이다. 따라서 (가)와 (나) 사이에서 자녀가 태어날 때 $X'Y(가) \times XX'(나) \rightarrow XX', X'X', XY, X'Y$ 이고, $AB(가) \times BO(나) \rightarrow AB, AO, BB, BO$ 이므로, 적록 색맹이면서 AB형인 자녀가 태어날 확률은 $\frac{1}{2}$ (적록 색맹일 확률) $\times \frac{1}{4}$ (AB형일 확률) $= \frac{1}{8}$ 이다.

- 20 ① 딸(가)이 열성인 유전병인데 아버지가 정상인 것으로 보아 유전병 유전자는 상염색체에 있다. X 염색체에 유전병 유전자가 있는 경우 딸이 유전병이면 아버지는 반드시 유전병이다.
② 정상인 부모 사이에서 유전병인 자녀가 태어났으므로 유전병 유전자는 정상 유전자에 대해 열성이다.
③ 유전병 유전자가 상염색체에 있으므로 남녀에 따라 유전병이 나타나는 빈도에 차이가 없다.
④ (가)의 부모는 (가)에게 유전병 유전자를 하나씩 물려주었으므로 부모 모두 유전병 유전자를 하나씩 가지고 있다.
⑤ 우성 유전자를 D , 열성 유전자를 d 라고 하면 (가)의 부모의 유전자형은 모두 Dd 이므로 $Dd \times Dd \rightarrow DD, Dd, Dd, dd$ 가 된다. 따라서 (가)의 동생이 태어날 때 정상(DD, Dd)일 확률은 $\frac{3}{4} \times 100 = 75\%$ 이다.

- 21 ④ 적록 색맹 유전자는 성염색체인 X 염색체에 있다.

- 22 O형인 자녀가 태어났으므로 (가)는 유전자 O를 가지고, A형과의 사이에서 B형인 자녀가 태어났으므로 (가)는 유전자 B를 가진다. 따라서 (가)의 유전자형은 BO 이며, 대립유전자는 상동 염색체의 같은 위치에 하나씩 존재한다.



서술형 문제

- 23 | 모범 답안 | 한 세대가 길다. 자손의 수가 적다. 대립 형질이 복잡하다. 환경의 영향을 많이 받는다. 교배 실험이 불가능하다. 중 세 가지

| 해설 | 사람은 자손의 수가 적어 통계 처리가 어렵다.

채점 기준	배점
까닭을 세 가지 모두 옳게 서술한 경우	100 %
까닭을 두 가지만 옳게 서술한 경우	70 %
까닭을 한 가지만 옳게 서술한 경우	40 %

- 24 | 모범 답안 | (1) 우성 형질

(2) 주근깨가 있는 부모 사이에서 주근깨가 없는 자녀가 태어났기 때문이다.

채점 기준	배점
(1) 우성 형질이라고 옳게 쓴 경우	40 %
까닭을 옳게 서술한 경우	60 %
(2) 부모에게서 없던 형질이 자녀에게서 나타나면 부모의 형질이 우성이기 때문이라고 서술한 경우에도 정답 인정	

- 25 | 모범 답안 | 적록 색맹 유전자는 X 염색체에 있고 열성으로 유전되므로, 성염색체 구성이 XY 인 남자는 적록 색맹 유전자가 1개만 있어도 적록 색맹이 되지만, 성염색체 구성이 XX 인 여자는 2개의 X 염색체에 모두 적록 색맹 유전자가 있어야 적록 색맹이 되기 때문이다.

채점 기준	배점
까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
적록 색맹 유전자가 X 염색체에 있고 열성으로 유전되기 때문이라고만 서술한 경우	80 %



VI 에너지 전환과 보존

01 역학적 에너지 전환과 보존

개념 확인하기

p. 33

1 역학적, 운동 2 (1) ○ (2) × (3) × 3 운동, 위치
4 위치, 역학적 5 98 J 6 24.5 J 7 B점 8 A → B
구간 9 B점 10 위치 에너지 → 운동 에너지

- 2 (2) 물체가 낙하하면 물체의 높이가 낮아지므로 물체의 위치 에너지는 감소한다.
(3) 공기 저항을 무시할 때 물체가 낙하하는 동안 물체의 역학적 에너지는 일정하게 보존된다.
- 5 $9.8mh = (9.8 \times 5)N \times 2m = 98J$
- 6 최고점에서 공의 속력은 0이므로 최고점에서 공의 역학적 에너지는 위치 에너지와 같다. 최고점에서의 위치 에너지는 공을 던지는 순간 운동 에너지와 같으므로 $\frac{1}{2} \times 1kg \times (7m/s)^2 = 24.5J$ 이다.
- 7 롤러코스터의 높이가 가장 낮은 곳에서 운동 에너지가 가장 크다.
- 8 위에서 아래로 내려갈 때 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다.
- 9 추의 높이가 가장 낮은 곳에서 운동 에너지가 가장 크다.
- 10 높이가 낮아질 때 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다.



즉집게 문제

p. 34~35

1 ①, ④ 2 ③ 3 ② 4 10 m 5 ⑤ 6 ③ 7 102 J
8 ⑤ 9 ③ 10 ⑤ 11 ② 12 ② 13 107 J
[서술형 문제 14] 해설 참조

- 1 ① A점은 가장 높은 지점이므로 위치 에너지도 가장 크다.
② 처음 높이의 절반인 지점을 지날 때 위치 에너지와 운동 에너지가 서로 같다. B점에서는 위치 에너지가 운동 에너지보다 더 크다.
③ 가장 낮은 지점인 D점에서 운동 에너지가 가장 크다.
④ 물체가 낙하할 때 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다.
⑤ 공기 저항을 무시할 때 각 지점에서의 역학적 에너지는 일정하게 보존된다.
- 2 역학적 에너지는 보존되므로 물체가 지면에 닿는 순간의 운동 에너지는 최고점에서의 위치 에너지와 같다.

10 정답과 해설

따라서 $(9.8 \times 4)N \times 2.5m = \frac{1}{2} \times 4kg \times v^2$ 에서 $v = 7m/s$ 이다.

- 3 • 2m 지점에서 위치 에너지 = $9.8m \times 2$
• 2m 지점에서 운동 에너지 = 감소한 위치 에너지
 $= 9.8m \times (10 - 2)$
 $= 9.8m \times 8$
따라서 위치 에너지 : 운동 에너지 = $2 : 8 = 1 : 4$ 이다.
- 4 역학적 에너지는 보존되므로 물체를 던지는 순간 운동 에너지는 최고점에서 위치 에너지와 같다. 따라서 $\frac{1}{2}mv^2 = 9.8mh$ 이므로 $\frac{1}{2} \times 2kg \times (14m/s)^2 = (9.8 \times 2)N \times h$ 에서 물체가 올라갈 수 있는 최고 높이는 $h = 10m$ 이다.
- 5 ① 높이가 가장 높은 A점에서 위치 에너지가 최대이다.
② 감소한 위치 에너지만큼 운동 에너지가 증가하므로 높이가 가장 낮은 C점에서 운동 에너지가 최대이다.
③ 마찰과 공기 저항을 무시할 때 각 점에서의 역학적 에너지는 일정하게 보존된다.
④ BC 구간에서는 높이가 낮아지므로 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다.
⑤ 역학적 에너지가 일정하므로 감소한 운동 에너지의 양만큼 위치 에너지가 증가한다.
- 6 ① 진자의 높이는 A, B점에서 높으므로 위치 에너지는 A, B점에서 최대이다.
② A점에서 O점으로 이동할 때 진자의 높이가 낮아지므로 위치 에너지는 감소하고 운동 에너지는 증가한다.
③ O점에서 위치 에너지는 최소(0)이고, 운동 에너지는 최대이다.
④ 공기 저항을 무시할 때, 역학적 에너지가 보존되므로 A, O, B점에서 역학적 에너지는 모두 같다.
⑤ O점에서 B점으로 이동할 때 높이가 높아지므로 운동 에너지는 감소하고 위치 에너지는 증가한다.

$$\begin{aligned} 7 \text{ 역학적 에너지} &= \text{위치 에너지} + \text{운동 에너지} \\ &= (9.8 \times 2)N \times 5m + \frac{1}{2} \times 2kg \times (2m/s)^2 \\ &= 102J \end{aligned}$$

- 8 위치 에너지가 감소하고 운동 에너지가 증가하는 경우는 위치가 높은 곳에서 낮은 곳으로 속력이 빨라지는 운동을 하는 경우이다.
①, ②, ③ 위치가 낮은 곳에서 높은 곳으로 운동하므로 위치 에너지가 증가한다.
④ 위치 에너지는 일정하고, 운동 에너지는 알 수 없다.
- 9 2m 높이에서 운동 에너지
 $=$ 낙하하는 동안 감소한 위치 에너지
 $= (9.8 \times 2)N \times (8 - 2)m = 117.6J$
- 10 ① A점에서는 정지해 있으므로 운동 에너지는 0이다. 따라서 민수는 위치 에너지만 가지고 있다.
② C점이 기준면이므로 위치 에너지가 0이다. 따라서 민수는 운동 에너지만 가지고 있다.

- ③ A점에서 C점으로 이동할 때 높이가 낮아지므로 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다.
 ⑤ 마찰을 무시할 때 역학적 에너지는 보존되므로 위치에 관계없이 역학적 에너지는 모두 같다.

11 운동 에너지가 위치 에너지로 전환될 때는 위치가 낮은 곳에서 높은 곳으로 운동하는 경우이다.

- 12** • 위치 에너지 = $9.8m \times h$
 • 운동 에너지 = 감소한 위치 에너지 = $9.8m \times (20 - h)$
 • 위치 에너지 : 운동 에너지 = $9.8m \times h : 9.8m \times (20 - h)$
 $= 1 : 3$

따라서 운동 에너지가 위치 에너지의 3배인 높이는 $h = 5m$ 이다.

- 13** 지면에 닿는 순간의 역학적 에너지
 = 던진 순간의 역학적 에너지
 $= (9.8 \times 2)N \times 5m + \frac{1}{2} \times 2kg \times (3m/s)^2 = 107J$

서술형 문제

- 14 | 모범 답안 |** (1) 위치 에너지는 공의 높이에 비례하고, 운동 에너지는 공이 감소한 높이에 비례한다. 따라서 위치 에너지 : 운동 에너지 = $5m : (10 - 5)m = 1 : 1$ 이다.
 (2) 위치 에너지가 운동 에너지로 전환되므로 바닥에 도달하는 순간의 운동 에너지는 처음의 위치 에너지와 같다.
 따라서 $(9.8 \times 1)N \times 10m = 98J$ 이다.

채점 기준		배점
(1)	운동 에너지와 위치 에너지의 비를 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	50 %
	풀이 과정 없이 에너지의 비만 옳게 구한 경우	25 %
(2)	운동 에너지를 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	50 %
	풀이 과정 없이 운동 에너지만 옳게 구한 경우	25 %

02 전기 에너지의 발생과 전환

개념 확인하기

p. 38

- 1 전자기 유도 2 (1) ○ (2) × (3) ○ 3 역학적, 전기
 4 화력 5 (1) ⊖ (2) ⊖ (3) ⊕ 6 100 W 7 220 Wh
 8 (1) 빛 (2) 화학 (3) 열 9 에너지 보존 10 (1) × (2) ○
 (3) ×

- 2** (1) 자석에 코일을 가까이 또는 멀리 할 때 코일을 통과하는 자기장이 변하여 코일에 유도 전류가 흐른다.
 (2) 자석을 코일 속에 넣고 가만히 있으면 코일을 통과하는 자기장이 변하지 않으므로 코일에 유도 전류가 흐르지 않는다.

- (3) 코일을 움직여 자석에 가까이 하면 코일을 통과하는 자기장이 변하여 코일에 유도 전류가 흐른다.

6 소비 전력 = $\frac{\text{전기 에너지}}{\text{시간}} = \frac{6000J}{(1 \times 60)s} = 100W$

7 전력량 = 소비 전력 × 시간 = $110W \times 2h = 220Wh$

- 10** (1) 공기 저항이나 마찰이 있을 때는 역학적 에너지가 보존되지 않는다.
 (3) 에너지의 총량은 보존되지만, 에너지 전환 과정에서 일부는 다시 사용할 수 없는 열에너지의 형태로 전환되므로 우리가 유용하게 사용할 수 있는 에너지가 점점 부족해지기 때문에 에너지를 절약해야 한다.



즉집게 문제

p. 39~43

- 1 ④ 2 ⑤ 3 ③ 4 ④ 5 ④ 6 ③, ⑤ 7 ③ 8 ⑤
 9 ②, ④ 10 ④ 11 ② 12 ⑤ 13 ② 14 ②, ③
 15 ②, ④ 16 ③ 17 ㉠ 화학, ㉡ 역학적 18 ③ 19 ②
 20 ① 21 ① 22 ② 23 ⑤ 24 ⑤ 25 ③

[서술형 문제 26~28] 해설 참조

- 1** 코일 주위에서 자석을 움직여 코일을 통과하는 자기장이 변하면 코일에 유도 전류가 흐른다.
 ④ 센 자석이라도 자석을 코일 속에 넣어 두면 코일을 통과하는 자기장이 변하지 않으므로 유도 전류가 흐르지 않는다.
- 2** ① 코일 주위에서 자석을 움직여 코일을 통과하는 자기장이 변하므로 코일에 유도 전류가 흐른다. 따라서 검류계의 바늘이 움직인다.
 ② 자석의 극을 반대로 하면 유도 전류의 방향이 바뀐다.
 ③ 자석을 빠르게 움직일수록 센 유도 전류가 흐르므로 검류계 바늘의 움직임이 커진다.
 ④ 자석 두 개를 묶어서 실험하면 센 유도 전류가 흐르므로 검류계 바늘의 움직임이 커진다.
 ⑤ 자석을 가까이 할 때와 멀리 할 때 검류계의 바늘은 서로 반대 방향으로 움직인다.
- 3** ③ 자석을 코일 속에 넣어 두면 코일을 통과하는 자기장이 변하지 않으므로 유도 전류가 흐르지 않는다.
- 4** ① 자석을 빠르게 흔들수록 센 유도 전류가 흐르므로 불빛이 밝아진다.
 ② 센 자석을 사용할수록 센 유도 전류가 흐르므로 불빛이 밝아진다.
 ③ 코일의 감은 수가 많을수록 센 유도 전류가 흐르므로 불빛이 밝아진다.
 ④ 코일을 통과하는 자기장이 변할 때만 유도 전류가 흐른다. 아주 세게 흔들더라도 멈추면 코일을 통과하는 자기장이 변하지 않으므로 발광 다이오드에는 불이 켜지지 않는다.



⑤ 자석을 흔드는 동안 자석을 움직이는 방향에 따라 전류의 방향이 바뀐다. 발광 다이오드에는 전류가 한쪽 방향으로만 흐르므로 흔드는 동안 코일에 전류가 흘렀다가 안 흘렀다를 반복한다. 따라서 발광 다이오드의 불빛이 깜빡인다.

5 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ. 전자기 유도 현상을 이용한 장치로는 발전기, 마이크, 도난 방지 장치, 교통 카드 판독기 등이 있다.
ㄴ, ㄹ. 전동기와 세탁기는 전류가 흐를 때 자기장 속에서 코일이 받는 힘의 원리를 이용한 장치이다.

6 ① 발전기는 영구 자석 사이에서 코일이 회전할 때 전류가 흐르므로 전자기 유도를 이용한 장치이다.
② 발전기에서는 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
③ 전동기는 코일에 전류가 흐르면 코일이 자석의 자기장에 의해 힘을 받아 회전하는 장치이다.
⑤ 자석의 극을 반대로 하면 전류의 방향이 바뀔 뿐 유도 전류의 세기가 세지지 않는다.

7 ③ 세탁기에서는 전기 에너지가 운동 에너지 등으로 전환된다.

8 ⑤ 배터리를 충전할 때 전기 에너지가 화학 에너지로 전환된다.

9 ② 전력량은 일정 시간(시간) 동안 사용한 전기 에너지의 양이다.
③ 전력량=소비 전력×시간이므로 전력량의 단위로 Wh(와트시), kWh(킬로와트시)를 사용한다.
④ 소비 전력은 1초 동안 전기 기구가 소모하는 전기 에너지의 양이므로 전기 기구를 사용한 시간과는 관계없다.
⑤ 1 Wh는 1초 동안 소비하는 전기 에너지가 1 J인 전기 기구를 1시간 동안 사용했을 때의 전력량이다. 1시간은 3600초이므로 1시간 동안 소비하는 전기 에너지는 3600 J이다. 따라서 1 Wh는 3600 J의 전기 에너지를 사용한 양과 같다.

10 전력량(Wh)=소비 전력(W)×시간(h)
청소기를 사용할 때의 전력량=150 W×2 h=300 Wh
텔레비전을 사용할 때의 전력량=200 W×3.5 h=700 Wh
총 전력량=300 Wh+700 Wh=1000 Wh

11 전력량(Wh)=소비 전력(W)×시간(h)
(가) 전력량=60 W×10 h=600 Wh
(나) 전력량=150 W×0.5 h=75 Wh
(다) 전력량=500 W×1 h=500 Wh
(라) 전력량=1200 W× $\frac{1}{6}$ h=200 Wh

12 ②, ③ 전구는 1초에 40 J의 전기 에너지를 소비하므로 100초 동안에는 4000 J=4 kJ의 전기 에너지를 소비하고, 1시간(=3600초) 동안에는 40 J×3600 s=144000 J의 전기 에너지를 소비한다.
④ 전력량=소비 전력×시간이므로 1시간 동안 전구가 소비한 전력량은 40 W×1 h=40 Wh이다.
⑤ 정격 전압인 220 V에 연결할 때 소비 전력이 40 W이므로 110 V에 연결하면 소비 전력이 달라진다.

13 ② 건전지에서는 화학 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

14 ②, ③ 공이 가진 역학적 에너지의 일부가 공기 저항이나 바닥과의 충돌에 의해 열에너지, 소리 에너지 등으로 전환되므로 역학적 에너지는 감소하지만 에너지의 총량은 보존된다.

15 ① 자석의 극을 반대로 하면 전류의 방향이 바뀔 뿐 유도 전류의 세기와는 관계없다.
②, ④ 코일 주위에서 강한 자석을 움직일수록, 코일의 감은 수가 많을수록, 자석을 빠르게 움직일수록 센 전류가 유도된다.
⑤ 자석을 코일 속에 넣어 두면 자기장의 변화가 없으므로 유도 전류가 흐르지 않는다.

16 풍력 발전기는 전자기 유도 원리를 이용한 장치이다.
③ 선풍기는 코일에 전류가 흐를 때 코일이 자석의 자기장에 의해 힘을 받아 회전하는 원리를 이용한 장치이다.

17 화력 발전소에서는 화석 연료를 태워 물을 끓일 때 화석 연료의 화학 에너지가 수증기의 열에너지로 전환된다. 이때 발생한 수증기의 힘으로 발전기를 회전시켜 전기 에너지를 생산하므로 발전기에서는 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

18 ① (가)는 전동기, (나)는 발전기의 구조를 나타낸 것이다.
② 코일을 통과하는 자기장이 변하여 발생하는 유도 전류를 이용한 장치는 (나)의 발전기이다.
③ (나)의 발전기는 전자기 유도 현상을 이용한 장치이다.
④ 자기장에서 전류가 흐르는 도선이 받는 힘을 이용하여 코일이 회전하는 장치는 (가)의 전동기이다.
⑤ 전동기와 발전기는 구조가 비슷하지만 에너지 전환이 반대인 장치이다.

19 ② 에너지 전환 과정에서 일부는 다시 사용할 수 없는 열에너지의 형태로 전환되기 때문에 우리가 사용할 수 있는 유용한 형태의 에너지는 점점 감소한다. 따라서 무한정 사용할 수 없다.

20 선풍기 1대가 소비한 전기 에너지는 36000 J이다.
따라서 소비 전력= $\frac{36000 \text{ J}}{1 \text{ h}} = \frac{36000 \text{ J}}{3600 \text{ s}} = 10 \text{ W}$ 이다.

21 ㄱ. 정격 전압에 연결했을 때 소비 전력은 (가)에서 20 W, (나)에서 50 W이므로 (나)가 (가)보다 크다.
ㄴ. 소비 전력이 클수록 단위 시간당 사용하는 전기 에너지가 많다. 같은 시간 동안 전구를 사용할 때 전기 에너지를 더 많이 소모하는 전구는 소비 전력이 큰 (나)이다.
ㄷ. 두 전구의 밝기가 같을 때, 소비한 에너지가 적을수록 에너지 효율이 좋다. 따라서 에너지 효율이 좋은 전구는 소비 전력이 작은 (가)이다.

22 손실된 역학적 에너지
= 처음 위치 에너지 - 나중 운동 에너지
= $(9.8 \times 10) \text{ N} \times 5 \text{ m} - \frac{1}{2} \times 10 \text{ kg} \times (8 \text{ m/s})^2$
=490 J-320 J=170 J

23 전력량(Wh)=소비 전력(W)×시간(h)
 전구 : $20\text{ W} \times 5\text{ h} \times 5\text{ 개} = 500\text{ Wh}$
 텔레비전 : $200\text{ W} \times 2\text{ h} \times 1\text{ 대} = 400\text{ Wh}$
 냉장고 : $100\text{ W} \times 24\text{ h} \times 1\text{ 대} = 2400\text{ Wh}$
 세탁기 : $300\text{ W} \times 1\text{ h} \times 1\text{ 대} = 300\text{ Wh}$
 헤어드라이어 : $1600\text{ W} \times 0.5\text{ h} \times 1\text{ 개} = 800\text{ Wh}$
 전체 전력량 = $500\text{ Wh} + 400\text{ Wh} + 2400\text{ Wh} + 300\text{ Wh} + 800\text{ Wh} = 4400\text{ Wh}$

24 하루 동안 사용한 전력량이 4400 Wh이므로 한 달(30일) 동안 전력량은 $4400\text{ Wh} \times 30 = 132000\text{ Wh} = 132\text{ kWh}$ 이다. 전기 요금은 1 kWh당 100원이므로 전기 요금은 $132\text{ kWh} \times 100\text{ 원/kWh} = 13200\text{ 원}$ 이다.

25 ㄱ. (가)에서 10초 동안 사용한 에너지의 총량은 100 J + 100 J = 200 J이다. 따라서 소비 전력은 $\frac{200\text{ J}}{10\text{ s}} = 20\text{ W}$ 이다.
 ㄴ. (나)에서 10초 동안 사용한 에너지의 총량은 100 J + 20 J = 120 J이므로 소비 전력은 $\frac{120\text{ J}}{10\text{ s}} = 12\text{ W}$ 이다. 따라서 소비 전력은 (가)가 (나)보다 크다.
 ㄷ. 같은 밝기를 내는 데 (나)가 더 적은 에너지를 소비하므로 에너지 효율은 (나)가 (가)보다 좋다.

서술형 문제

26 | 모범 답안 | 발광 다이오드에 불이 켜지지 않는다. 자석이 정지해 있으므로 코일을 통과하는 자기장의 변화가 없어 유도 전류가 흐르지 않기 때문이다.

채점 기준	배점
발광 다이오드의 불이 켜지지 않는다고 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
발광 다이오드의 불이 켜지지 않는다고만 서술한 경우	40 %

27 | 모범 답안 | (1) 4000 Wh
 (2) 하루 동안 사용한 전력량은 4000 Wh이므로 30일 동안 사용한 전력량 = $4000\text{ Wh} \times 30 = 120000\text{ Wh} = 120\text{ kWh}$ 이다. 1 kWh당 전기 요금이 100원이므로 전기 요금 = $120\text{ kWh} \times 100\text{ 원/kWh} = 12000\text{ 원}$ 이다.

| 해설 | (1) 전력량 = 소비 전력 × 시간 = $2000\text{ W} \times 2\text{ h} = 4000\text{ Wh}$

채점 기준	배점
(1) 전력량을 옳게 쓴 경우	40 %
(2) 전기 요금을 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	60 %
풀이 과정 없이 전기 요금만 옳게 구한 경우	30 %

28 | 모범 답안 | 공이 가진 역학적 에너지의 일부가 공기 저항이나 바닥과의 충돌에 의해 열에너지, 소리 에너지 등으로 전환된다. 따라서 역학적 에너지가 점점 줄어들므로 공이 튀어 오르는 높이도 점점 낮아진다.

채점 기준	배점
역학적 에너지의 일부가 열에너지, 소리 에너지 등으로 전환되어 줄어들기 때문이라고 서술한 경우	100 %
역학적 에너지가 줄어든다고만 서술한 경우	50 %

VII 별과 우주

01 별

개념 확인하기

p. 46

1 시차, 작아 2 1" 3 1 pc 4 가까울수록 5 1 6 D
 7 B 8 D, B 9 베텔게우스 10 리겔

- 별 S의 시차는 2"이고, 연주 시차는 시차의 $\frac{1}{2}$ 이므로 1"이다.
- 연주 시차가 1"인 별까지의 거리를 1 pc이라고 하며, 별 S의 연주 시차가 1"이므로 별 S까지의 거리는 1 pc이다.
- 맨눈으로 보이는 별의 밝기를 나타낸 것은 겉보기 등급이고, 등급의 숫자가 작을수록 밝은 별이다. 따라서 우리 눈에 가장 밝게 보이는 별은 겉보기 등급이 가장 작은 D이다.
- 별을 같은 거리(10 pc)에 두었을 때 별의 밝기, 즉 별의 실제 밝기를 나타낸 것은 절대 등급이다. 따라서 실제로 가장 밝은 별은 절대 등급이 가장 작은 B이다.
- 별까지의 거리가 멀수록 (겉보기 등급 - 절대 등급) 값이 커진다. (겉보기 등급 - 절대 등급) 값은 A가 2, B가 5, C가 0, D가 -7이므로 지구에서 가장 가까이 있는 별은 D이고, 지구에서 가장 멀리 있는 별은 B이다.
- 표면 온도를 비교하면, 베텔게우스 < 태양 < 견우성 < 리겔이다.

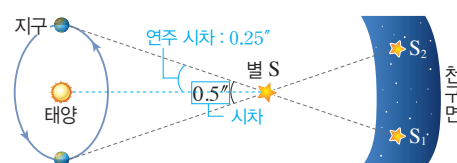
즉집게 문제

p. 47~51

1 ② 2 ① 3 ③ 4 ⑤ 5 ③ 6 ④ 7 ③ 8 ④
 9 ④ 10 ①, ④ 11 ⑤ 12 ③ 13 ⑤ 14 ⑤ 15 ④
 16 ① 17 ④ 18 ③ 19 ② 20 ④ 21 ① 22 ④
 23 ⑤ 24 ⑤ 25 D-B-A-E-C

[서술형 문제 26~29] 해설 참조

- 관측자가 양쪽 눈을 한쪽씩 번갈아 감으면서 연필 끝의 위치 변화를 관찰하는 것은 시차를 측정하기 위한 실험이다. 관측자와 물체 사이의 거리가 멀어질수록 시차는 작아지므로, 이를 통해 물체까지의 거리를 측정할 수 있다.
- 별의 연주 시차는 지구에서 6개월 간격으로 별을 관측할 때 나타나는 시차의 $\frac{1}{2}$ 이다. 별 S의 시차가 0.5"이므로 연주 시차는 $0.5" \times \frac{1}{2} = 0.25"$ 이다.





- 3 ① 연주 시차가 1"인 별까지의 거리가 1 pc이다. 별 S의 연주 시차는 0.25"이므로 1 pc보다 멀리 있다($\frac{1}{0.25''} = 4 \text{ pc}$).
- ② 연주 시차를 이용하여 별까지의 거리를 알 수 있다.
- ④ 연주 시차와 별까지의 거리는 반비례 관계이므로 별 S보다 멀리 있는 별의 연주 시차는 별 S의 연주 시차보다 더 작게 측정된다.
- ⑤ 연주 시차는 매우 작기 때문에 대체로 100 pc보다 가까이 있는 별의 거리를 측정할 때 이용한다.
- 4 연주 시차와 별까지의 거리는 반비례 관계이므로 연주 시차가 작을수록 멀리 있는 별이다. 별 A~E 중 연주 시차가 가장 작은 별은 E이다.
- 5 별 S의 시차가 1"이므로 별 S의 연주 시차는 0.5"이다. 1 pc은 연주 시차가 1"인 별까지의 거리이고, 별 S의 연주 시차는 1"보다 작기 때문에 별 S까지의 거리는 1 pc보다 멀다. 10 pc은 연주 시차가 0.1"인 별까지의 거리로, 별 S의 연주 시차는 0.1"보다 크므로 10 pc보다 가까운 거리에 있다.(별까지의 거리 = $\frac{1}{0.5''} = 2 \text{ pc}$)
- 6 별의 밝기는 별까지의 거리의 제곱에 반비례한다. 별까지의 거리가 A에서 B로 3배 멀어지면 별의 밝기는 $\frac{1}{9}$ ($=\frac{1}{3^2}$)로 어두워진다.
- 7 ③ 6등급보다 어두운 별은 7등급, 8등급, ...으로 표시한다.
- 8 100배의 밝기 차는 등급 차로는 5등급 차이이고 밝을수록 등급 값은 작아진다. 따라서 2등급보다 100배 밝은 별은 -3등급($=2\text{등급}-5\text{등급}$)이고, 2등급보다 $\frac{1}{100}$ 로 어두운 별은 7등급($=2\text{등급}+5\text{등급}$)이다.
- 9 ㄱ. 별 A와 별 B가 같은 등급인 것은 겉보기 등급이므로 지구에서 보았을 때의 밝기가 같다. 별의 실제 밝기는 절대 등급으로 판단하므로 별 A와 별 B의 실제 밝기는 다르다.
- ㄴ. 별 A는 별 B보다 절대 등급이 3등급 작으므로 같은 거리에 있을 때 2.5^3 (≈ 16)배 밝게 보인다.
- ㄷ. 10 pc의 거리에 있는 별은 절대 등급과 겉보기 등급이 같으므로 별 A까지의 거리는 10 pc이다.

10

별	겉보기 등급	절대 등급	겉보기 등급 - 절대 등급
태양	-26.8	4.8	-31.6
데네브	1.3	-8.7	10.0
북극성	2.1	-3.7	5.8
시리우스	-1.5	1.4	-2.9
베텔게우스	0.5	-5.1	5.6

지구에서 10 pc보다 가까이 있는 별은 (겉보기 등급 - 절대 등급) 값이 0보다 작은 태양과 시리우스이다.

- 11 별은 표면 온도가 매우 높을 때 청색(C)을 띠고, 표면 온도가 낮을수록 청백색 - 백색 - 황백색(D) - 황색(B) - 주황색 - 적색(A)을 띤다.

- 12 연주 시차는 별까지의 거리에 반비례하므로 연주 시차가 0.8"인 별까지의 거리가 현재보다 2배 멀어지면 연주 시차는 $\frac{1}{2}$ 로 작아져 0.4"가 될 것이다.

- 13 ⑤ 연주 시차는 6개월 간격으로 측정한 별의 시차의 $\frac{1}{2}$ 이고, 별의 시차는 행성의 공전 궤도가 클수록 커진다. 화성의 공전 궤도는 지구의 공전 궤도보다 더 크므로 화성에서 별의 연주 시차를 측정한다면 지구에서 측정한 값보다 커질 것이다.

- 14 (가) 실험에서 별의 밝기에 영향을 주는 요인은 방출하는 빛의 양이고, (나) 실험에서 별의 밝기에 영향을 주는 요인은 별까지의 거리이다.

- ① 같은 밝기로 보이는 별일지라도 방출하는 빛의 양이 다르면 별까지의 거리는 다를 수 있다.
- ② 방출하는 빛의 양이 같은 별일지라도 별까지의 거리에 따라 다른 밝기로 보일 수 있다.
- ③ 별까지의 거리가 멀어지면 단위 면적에 도달하는 빛의 양이 감소하여 어둡게 보인다.
- ④ 실제 방출하는 빛의 양이 적은 별이라도 거리가 가까우면 밝게 보인다.

- 15 별의 밝기는 거리의 제곱에 반비례하므로 2.5배 멀어지면 밝기가 $\frac{1}{2.5^2}$ 로 어두워지고, 밝기 차 = $2.5^{\text{등급 차이}}$ 이므로 2등급이 커져 5등급이 된다.

- 16 절대 등급은 별이 10 pc의 거리에 있다고 가정했을 때의 밝기 등급이므로 100 pc 거리에 있는 별을 10 pc으로 옮기면 거리가 $\frac{1}{10}$ 로 가까워진다. 따라서 밝기는 10^2 ($=100$)배 밝아지므로 5등급이 작아진 -3등급이 된다.

[17~18]

별	겉보기 등급	절대 등급	겉보기 등급 - 절대 등급
폴룩스	1.16	1.10	0.06
북극성	2.10	-3.70	5.80
데네브	1.30	-8.70	10.00
시리우스	-1.50	1.40	-2.90
베텔게우스	0.50	-5.10	5.60

- 17 (가) 맨눈으로 보았을 때 가장 밝게 보이는 별은 겉보기 등급이 가장 작은 시리우스이고, (나) 실제로 가장 밝은 별은 절대 등급이 가장 작은 데네브이다.

- 18 위 별들 중 지구에서 가장 멀리 있는 별은 (겉보기 등급 - 절대 등급) 값이 가장 큰 데네브이다.

- 19 별의 색으로 알 수 있는 것은 별의 표면 온도이고, 붉은색일수록 별의 표면 온도가 낮다. 따라서 적색의 베텔게우스는 청백색의 리겔보다 표면 온도가 낮다.

- 20 ㄱ. 별 B의 위치는 변하지 않았으므로 6개월 동안 움직인 별은 A이고, 별 A의 시차는 $0.07'' + 0.03'' = 0.1''$ 이다. 따라서 별 A의 연주 시차는 0.05"이다.



서술형 문제

ㄴ. 10 pc에 있는 별의 연주 시차는 0.1"이다. 별 A의 연주 시차는 0.05"로 0.1"보다 작으므로 별 A까지의 거리는 10 pc보다 멀다($\frac{1}{0.05''} = 20 \text{ pc}$).

ㄷ. 별 B의 위치가 변하지 않는 것으로 관측된 까닭은 별 A보다 먼 거리에 있어 연주 시차가 매우 작기 때문이다.

21 ② 연주 시차가 1"인 별까지의 거리는 1 pc이다.

③ 연주 시차가 클수록 별까지의 거리가 가까우므로 연주 시차가 2"인 별까지의 거리는 1 pc보다 가깝다.

④ 3.26광년은 1 pc와 같은 거리이다.

⑤ 절대 등급과 겉보기 등급이 같은 별까지의 거리는 10 pc이다. 따라서 ①~⑤ 중 가장 멀리 떨어져 있는 별은 ① 20 pc 거리에 있는 별이다.

22 별이 지구에 가까워지면 연주 시차는 커지고, 맨눈으로 보았을 때 별의 밝기가 더 밝게 보이므로 겉보기 등급이 작아진다. 절대 등급은 10 pc의 거리에 있다고 가정했을 때의 밝기이므로 변하지 않으며, 별의 색깔은 별까지의 거리와 관계없으므로 변하지 않는다.

23 ① 실제로 가장 밝은 별은 절대 등급이 가장 작은 C이다.

② 별 C는 연주 시차가 0.1"이므로 10 pc 거리에 있고, 절대 등급은 -4등급이다. 별이 10 pc의 거리에 있을 때 별의 겉보기 등급은 절대 등급과 같으므로 -4등급이다.

③ 지구에서 가장 멀리 있는 별은 연주 시차가 가장 작은 A이다.

④ 별 B의 연주 시차는 0.01"로 0.1"보다 작다. 연주 시차가 0.1"인 별까지의 거리가 10 pc이고 별까지의 거리가 멀수록 연주 시차가 작아지므로 지구에서 별 B까지의 거리는 10 pc보다 멀다($\frac{1}{0.01''} = 100 \text{ pc}$).

⑤ 별 A와 별 D는 절대 등급이 같으므로 실제 밝기는 같지만, 별까지의 거리는 별 A가 더 멀리 있으므로 맨눈으로 보았을 때 별 A가 별 D보다 어둡게 보인다.

[24~25]

별	겉보기 등급	절대 등급	색	겉보기 등급 - 절대 등급
A	2.1	-3.7	적색	5.8
B	0.0	0.5	청백색	-0.5
C	0.1	-6.8	주황색	6.9
D	-1.5	1.4	백색	-2.9
E	0.8	-5.5	황색	6.3

24 ㄱ. 맨눈으로 보았을 때 가장 밝게 보이는 별은 겉보기 등급이 가장 작은 D이다.

ㄴ. 별이 방출하는 빛의 양이 많을수록 별의 실제 밝기가 밝으므로 절대 등급이 작다. 따라서 별이 방출하는 빛의 양이 가장 많은 별은 절대 등급이 가장 작은 C이다.

25 별까지의 거리가 가까울수록 (겉보기 등급 - 절대 등급) 값이 작으므로 가까운 것부터 나열하면 D-B-A-E-C이다.

26 | 모범 답안 | (1) 별까지의 거리는 연주 시차에 반비례하는데 별 (나)의 연주 시차는 별 (가)의 연주 시차보다 크므로 별 (나)까지의 거리는 별 (가)까지의 거리보다 지구에 더 가깝다.

(2) 50 pc

(3) 163년

| 해설 | (2) 별까지의 거리(pc) = $\frac{1}{\text{연주 시차}('')} = \frac{1}{0.02''} = 50 \text{ pc}$

(3) 1 pc = 3.26광년이므로 1 pc은 빛의 속도로 3.26년을 이동한 거리이다. 따라서 50 pc은 빛의 속도로 $3.26 \times 50 = 163$ 년을 이동한 거리이다.

	채점 기준	배점
(1)	연주 시차를 이용하여 지구에서 별까지의 거리를 옳게 비교한 경우	40 %
	연주 시차를 이용하지 않고 별까지의 거리만 비교한 경우	20 %
(2)	별까지의 거리를 옳게 구한 경우	30 %
(3)	빛의 속도로 이동하는 데 걸리는 시간을 옳게 구한 경우	30 %

27 | 모범 답안 | • 별의 밝기가 현재보다 $\frac{1}{100} (= \frac{1}{10^2})$ 로 어두워진다.

• 별의 등급은 7등급이 된다.

| 해설 | 별의 밝기는 별까지의 거리의 제곱에 반비례하므로 별의 밝기가 $\frac{1}{100}$ 로 어두워진다. 5등급 사이에 밝기가 100배 차이 나므로, 이 별의 등급은 5등급이 커져 7등급이 된다.

	채점 기준	배점
	별의 밝기와 등급의 변화를 수치를 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
	수치를 포함하지 않고 별의 밝기가 어두워지고 별의 등급이 커진다고만 서술한 경우	50 %

28 | 모범 답안 | (1) 북극성이 태양보다 실제 밝기가 밝다.

(2) 태양이 북극성보다 지구에 훨씬 가까이 있기 때문이다.

| 해설 | (1) 절대 등급은 별이 10 pc의 거리에 있다고 가정했을 때의 밝기로, 별의 실제 밝기를 의미한다. 따라서 절대 등급이 더 작은 북극성이 태양보다 실제 밝기가 밝다.

(2) 별의 겉보기 밝기는 별까지의 거리가 멀어질수록 어두워진다. 북극성이 태양보다 실제 밝기가 더 밝은데 지구에서 어둡게 보이는 까닭은 북극성이 태양보다 별까지의 거리가 매우 멀기 때문이다.

	채점 기준	배점
(1)	북극성과 태양의 실제 밝기를 옳게 비교한 경우	50 %
(2)	태양이 더 밝게 보이는 까닭을 지구와의 거리로 옳게 서술한 경우	50 %

29 | 모범 답안 | 별의 표면 온도가 다르기 때문이다.

| 해설 | 별은 표면 온도가 높을수록 파란색(청색)을 띠고, 표면 온도가 낮을수록 붉은색(적색)을 띤다.

	채점 기준	배점
	별의 표면 온도로 옳게 서술한 경우	100 %
	그 외의 경우	0 %



02 은하와 우주

개념 확인하기

p. 54

- 1 산개 성단, 구상 성단 2 (1) 반사 성운 (2) 암흑 성운
(3) 방출 성운 3 30000, 8500 4 나선팔, 원반 5 (1) ○
(2) × (3) × 6 모양 7 (1) × (2) × (3) ○ 8 인공위성
9 보이저 2호 10 우주 쓰레기

- 5 (2) 우리나라에서는 여름에 은하 중심 방향(궁수자리 방향)을 향하여 은하수가 폭이 두껍고 밝게 관측된다.
(3) 은하수는 남반구와 북반구에서 모두 관측된다.
- 7 (1) 우주가 팽창하고 있기 때문에 대부분의 외부 은하는 우리 은하에서 멀어지고 있다.
(2) 어느 은하에서 보아도 다른 은하가 서로 멀어지기 때문에 팽창하는 우주의 중심은 정할 수 없다.
- 9 스푸트니크 1호는 최초의 인공위성이고, 뉴호라이즌스호는 명왕성 탐사를 위해, 주노호는 목성 탐사를 위해 발사된 탐사선이다.



즉집게 문제

p. 55~59

- 1 ④ 2 ③ 3 ① 4 ④ 5 ② 6 ② 7 ⑤ 8 ⑤
9 ④ 10 ② 11 ① 12 ⑤ 13 ⑤ 14 ③ 15 ①
16 ② 17 ④ 18 ② 19 ④ 20 ③ 21 ⑤ 22 ①
23 ④ 24 ② 25 ②

[서술형 문제 26~29] 해설 참조

- 1 ① (가)는 별이 뭉뭉하게 모여 있는 구상 성단이다. (나)는 별이 비교적 엉성하게 모여 있는 산개 성단이다.
② (가) 성단을 이루는 별의 수는 수만~수십만 개이고, (나) 성단을 이루는 별의 수는 수십~수만 개이다.
③, ④, ⑤ (가) 성단을 이루는 별은 대체로 나이가 많고 별의 표면 온도가 낮아 붉은색으로 보인다. (나) 성단을 이루는 별은 대체로 나이가 적고 별의 표면 온도가 높아 파란색으로 보인다.
- 2 (가)는 주위의 별빛을 반사시켜 밝게 보이는 반사 성운이고, (나)는 스스로 빛을 내는 방출 성운, (다)는 멀리서 오는 별빛을 가로막아 어둡게 보이는 암흑 성운이다.
⑤ 별들이 모여 있는 모양에 따라 구분하는 것은 성단이고, 성운은 성간 물질이 모여 구름처럼 보이는 천체이다.
- 3 우리은하는 태양계가 속해 있는 은하로, 옆에서 보면 중심부가 볼록한 원반 모양이고, 위에서 보면 막대 모양의 중심부를 나선팔이 휘감고 있는 모습이다.
① 우리은하의 지름은 약 30000 pc이고, 은하 중심으로부터 태양계까지의 거리가 약 8500 pc이다.

- 4 은하수는 우리은하의 일부를 지구에서 본 모습으로, 은하수의 폭과 밝기는 계절에 따라 다르게 보인다.
④ 우리나라에서 보았을 때 은하수는 여름철에 폭이 두껍고 밝게 보이고, 겨울철에 희미하게 보인다.
- 5 허블은 망원경으로 관측한 다양한 외부 은하를 모양을 기준으로 타원 은하, 정상 나선 은하, 막대 나선 은하, 불규칙 은하로 구분하였다.
- 6 ㄱ. 풍선이 커지면 풍선에 붙어 있는 불임딱지 A, B, C 사이의 거리는 모두 멀어진다.
ㄴ. 풍선이 팽창하면 멀리 떨어진 불임딱지일수록 늘어난 거리가 더 길다.
- 7 현재 우주는 계속 팽창하여 은하와 은하 사이의 거리는 점점 멀어지고 있다.
①, ② 풍선 표면은 우주를, 불임딱지는 은하를 의미한다.
③ 시간이 지나면서 우주는 계속 팽창하고 있다.
④ 우주는 특별한 중심 없이 모든 방향으로 팽창하고 있다.
- 8 우주가 한 점에서 대폭발한 후 계속 팽창하여 현재의 모습이 되었다는 이론은 대폭발 우주론(빅뱅 우주론)이다.
- 9 ④ 우주 탐사를 통해 얻은 정보로 지구 환경과 생명에 대해 깊이 이해할 수 있다. 지구 환경 파괴는 탐사의 목적이 아니다.
- 10 ㄱ. 직접 탐사할 천체까지 날아가 그 천체 주위를 돌거나 천체 표면에 착륙하여 탐사하는 장치는 우주 탐사선이다.
ㄴ. 우주 망원경은 대기의 영향을 받지 않으므로 지상 망원경보다 선명한 천체의 상을 얻을 수 있다.
ㄷ. 전파 망원경은 낮과 밤에 관계없이 24시간 관측 가능하다.
- 11 ① 1950년대에 최초의 인공위성인 스푸트니크 1호가 발사에 성공하여 우주 탐사가 시작되었다.
②, ③ 1960년대에는 주로 달 탐사가 진행되었고, 1970년대에는 주로 행성 탐사가 진행되었다.
④ 허블 우주 망원경은 1990년에 발사되어 지구 주위를 돌면서 우주를 관측하고 있다.
⑤ 1990년대 이후에는 우주 망원경, 탐사선, 탐사 로봇 등 다양한 장비로 위성, 행성, 소행성, 혜성, 태양 등 다양한 천체를 탐사하였다.
- 12 ①, ② (가)는 구상 성단이고, (나)는 산개 성단이다.
③ (가) 구상 성단을 이루는 별의 수는 수만~수십만 개이고, (나) 산개 성단을 이루는 별의 수는 수십~수만 개로 별의 수는 (가)보다 (나)가 적다.
④ (가) 구상 성단은 주로 늙은 별이, (나) 산개 성단은 주로 젊은 별이 모여 있어 별의 나이는 (가)보다 (나)가 적다.
- 13 방출 성운, 반사 성운, 암흑 성운 중 어둡게 보이는 성운 (가)는 암흑 성운이다. 방출 성운과 반사 성운 중 스스로 빛을 내는 성운 (나)는 방출 성운이고, (다)는 반사 성운이다. 반사 성운은 주변의 별빛을 반사하여 밝게 보인다.
- 14 우리은하에서 태양계는 은하 중심으로부터 약 8500 pc 떨어진 나선팔에 있다. 따라서 태양계의 위치는 (가)에서 B이고, (나)에서 ㉠이다.



- 15 ㄱ. 우리은하의 지름은 약 30000 pc이고, A와 C 사이의 거리는 우리은하의 반지름에 해당하므로 약 15000 pc이다.
 ㄴ. (나)에서 ㉠은 은하 중심부로, 주로 구상 성단이 분포하고 있다. 산개 성단은 주로 나선팔에 분포하고 있다.
 ㄷ. 우리은하는 막대 모양의 중심부 끝에서 나선팔이 휘어져 나온 모양이므로 막대 나선 은하에 속한다.
- 16 은하수는 은하 중심 방향을 보았을 때 폭이 넓고 밝게 보인다. 우리나라에서는 여름철에 은하 중심 방향을 향하여 은하수가 폭이 넓고 밝게 보이고, 겨울철에 은하 가장자리 방향을 향하여 은하수가 폭이 좁고 희미하게 보인다.
- 17 제시된 이론은 대폭발 우주론으로, 약 138억 년 전 매우 뜨겁고 밀도가 큰 한 점에서 대폭발(빅뱅)이 일어난 후 계속 팽창하여 현재와 같은 우주가 되었다는 이론이다.
 ① 우주의 시작은 온도와 밀도가 매우 높은 한 점이었다.
 ② 대폭발 이후 우주의 온도는 계속 낮아지고 있다.
 ③ 시간이 지나면서 우주가 계속 팽창하고 있다.
 ⑤ 우주가 팽창하면서 은하는 서로 멀어지고 있으며 멀리 있는 은하일수록 빠르게 멀어진다.
- 18 실생활에서 우주 탐사 기술을 이용한 예로는 티타늄 소재를 이용한 골프채, 관절을 보호하는 에어쿠션 운동화, 형상 기억 합금을 이용한 치아 교정기, 자기 공명 영상 장치(MRI), 전자 레인지 등이 있다.
- 19 ① 화성 표면에 착륙하여 탐사하는 활동은 우주 탐사선을 이용하는 것이다.
 ② 기상 위성을 이용하여 태풍의 이동 경로를 예측할 수 있다.
 ③ 방송 통신 위성과 항법 위성을 이용하여 자신의 위치를 파악하고 모르는 길을 찾을 수 있다.
 ⑤ 방송 통신 위성을 이용하여 지구 반대편에서 열리는 운동 경기를 실시간으로 볼 수 있다.
- 20 우주 쓰레기는 인공위성의 발사나 폐기 과정에서 나온 파편 등이 우주에 떠 있는 것으로, 궤도가 일정하지 않고 매우 빠른 속도로 떠돌기 때문에 인공위성이나 우주 탐사선과 충돌하여 피해를 줄 수 있다.
- 21 ①, ④ 성운은 별과 별 사이의 공간에 분포하는 가스나 티끌인 성간 물질이 많이 모여 구름처럼 보이는 천체이고, 수많은 별들이 모여 있는 천체는 성단이다.
 ② 별들이 모여 있는 모양에 따라 구분할 수 있는 것은 성단이다. 별들이 비교적 영성하게 모여 있는 산개 성단과 공 모양으로 뻗뻗하게 모여 있는 구상 성단으로 구분한다.
 ③ 주변의 별빛을 반사하여 밝게 보이는 성운은 반사 성운이고, 방출 성운은 주변의 별빛을 흡수하여 가열하면서 스스로 빛을 내는 성운이다.
- 22 ① 우리은하에는 태양과 같은 별이 약 2000억 개가 포함되어 있다.
 ④ 우리나라는 여름철에 은하수가 폭이 넓고 밝게 보이는데, 그 까닭은 우리은하의 중심 방향(B)을 바라보고 있기 때문이다.
 ⑤ 우리은하의 지름은 약 30000 pc(약 10만 광년)이고, B와 C 사이의 거리는 반지름에 해당하므로 약 5만 광년이다. 따라서 빛의 속도로 B에서 C까지 가는 데 약 5만 년이 걸린다.

- 23 A는 타원 은하, B는 정상 나선 은하, C는 막대 나선 은하, D는 불규칙 은하이다.

④ 불규칙 은하(D)는 일정한 모양이 없고, 은하 중심부에서 뻗어 나온 나선팔이 있는 은하는 B와 C이다.

- 24 1990년대 이후에는 우주 망원경, 탐사선, 탐사 로봇 등 다양한 장비로 다양한 천체를 탐사하였다.

① 1990년에 허블 우주 망원경이 발사되어 지구 주위를 돌면서 우주를 더욱 자세히 관측할 수 있게 되었다.

③ 주노호는 목성 탐사를 위해 발사되었고, 현재 목성 주위를 공전하고 있다.

④ 큐리오시티는 화성 탐사용 탐사 로봇이다.

⑤ 태양 탐사를 위해 2018년에 파커 탐사선이 발사되었다.

- 25 ② 아폴로 11호는 우주 비행사를 태우고 달에 최초로 착륙한 유인 탐사선이다.

서술형 문제

- 26 | 모범 답안 | 암흑 성운, 성운을 이루는 성간 물질이 뒤쪽에서 오는 별빛을 가로막고 있기 때문에 검게 보인다.

채점 기준	배점
성운의 종류와 검게 보이는 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
두 가지 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

- 27 | 모범 답안 | 우리은하의 지름은 약 30000 pc이고, 태양계는 우리은하의 중심에서 약 8500 pc 떨어진 나선팔에 위치한다.

채점 기준	배점
우리은하의 지름과 태양계의 위치를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
두 가지 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

- 28 | 모범 답안 | (1) 붙임딱지는 은하, 풍선 표면은 우주를 의미한다. 은하 사이의 거리가 멀어지는 까닭은 우주가 팽창하기 때문이다.

(2) 우주는 약 138억 년 전에는 한 점이었다가 대폭발(빅뱅)이 일어난 후 계속 팽창하여 크기가 커지고, 밀도가 작아지며, 온도가 낮아졌다.

채점 기준	배점
(1) 붙임딱지, 풍선 표면이 의미하는 것과 은하 사이의 거리가 멀어지는 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
두 가지 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	25 %
(2) 우주의 크기, 밀도, 온도 변화를 모두 옳게 서술한 경우	50 %
우주의 크기 변화를 옳게 서술하고, 밀도와 온도 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30 %
우주의 크기 변화만 옳게 서술한 경우	20 %

- 29 | 모범 답안 | • 아폴로 11호 : 인류가 최초로 달에 착륙할 때 사용되었다.

• 스푸트니크 1호 : 인류 최초의 인공위성이다.

채점 기준	배점
두 탐사 장비의 역사적 의미를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
두 탐사 장비 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %



VIII 과학기술과 인류 문명

01 과학기술과 인류 문명

개념 확인하기

p. 61

- 1 불 2 인류 문명 3 태양 중심설 4 식량 5 활판 인쇄
6 증기 기관 7 (1) × (2) ○ (3) ○ 8 나노 기술
9 (1) ○ (2) × (3) ○ 10 공학적 설계



즉집게 문제

p. 62~64

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

[서술형 문제 15~16] 해설 참조

- 1 다. 전자기 유도 법칙의 발견으로 인류는 전기를 생산하고 활용할 수 있는 방법을 알게 되었다. 현미경으로 세포를 발견하여 생물체가 작은 세포들이 모여 이루어진 존재임을 인식하게 되었다.
르. 망원경으로 천체를 관측하여 태양을 중심으로 지구가 돌고 있다는 태양 중심설의 증거를 발견하였고, 이를 통해 인류는 경험 중심의 과학적 사고를 중요시하게 되었다.
- 2 ④ 증기 기관은 외부에서 연료를 연소시켜 얻은 증기의 압력을 이용하여 기계를 움직이는 장치로, 증기 기관을 이용한 증기 기관차로 사람과 대량의 물건을 먼 곳까지 이동하게 되었고, 증기 기관을 이용한 기계의 사용으로 공장제 대량 생산 방식이 가능해졌다. 이러한 증기 기관의 발명과 개량은 산업 혁명을 불러오게 되었다.
- 3 ④ 활판 인쇄술의 발달로 책의 대량 생산과 보급이 가능해져 지식과 정보가 빠르게 확산되면서 사람들은 종교의 영향에서 벗어나 인간 중심으로 세상을 보는 인간 중심 사회로 변화하였다.
- 4 ① 암모니아 합성법 개발로 질소 비료를 대량 생산할 수 있게 되어 식량 문제를 해결할 수 있게 되었다. 백신과 항생제의 개발 및 의료 기술의 발달로 인류의 평균 수명이 연장되었다.
② 전화기와 인터넷이 발명되어 인류의 생활이 예전보다 편리해졌다.
③ 망원경이 발명되고 성능이 우수해지면서 천문학이 발달하게 되었다.
④ 페니실린의 발견으로 항생제가 개발되어 결핵과 같은 질병을 치료할 수 있게 되었다.
- 5 1 nm(나노미터)는 10억분의 1 m의 길이로, 초미세 영역이다. 물질이 나노미터 크기로 작아지면 물질 고유의 성질이 바뀌어 새로운 특성을 갖게 된다. 이렇게 나타난 새로운 특성과 기능을 이용하여 실생활에 유용한 물건이나 재료를 만드는 기술을 나노 기술이라고 한다.
① 나노 표면 소재, 나노 반도체, 나노 로봇, 휘어지는 디스플레이 등이 나노 기술을 활용한 예이다.

- 6 ② 유전자 치료는 생명 공학 기술을 이용하여 질병을 치료하는 방법이다.
- 7 나. 공학적 설계를 통해 제품을 개발할 때는 환경적 요인을 고려할 뿐만 아니라 경제성, 편리성, 안전성 등 다양한 요인을 고려해야 한다.
다. 공학적 설계는 과학 원리나 기술을 적용하여 제품을 창의적으로 개발하는 과정이다.
- 8 ② 불의 발견과 이용으로 인류 문명이 시작되었다.
- 9 ⑤ 실험과 관찰을 통해 과학적 원리를 증명하여 경험 중심의 과학적 사고를 하게 되었고, 인간과 과학 중심의 사회로 변화되었다.
- 10 ② 생명 공학 기술 중 유전자 재조합 기술을 활용하여 잘 무르지 않는 토마토나 제초제에 내성을 가진 콩 등을 재배할 수 있다.
- 11 나. 질병과 장애를 극복하게 되면 수명이 길어져 고령층이 증가할 것이다.
다. 일반적으로 과학기술이 발달할수록 생산성이 높아진다.
- 12 (나) 불의 이용으로 인류 문명이 시작되었고, 이후 (라)와 같은 과학 원리 발견과 (다)와 같은 과학기술 발달로 인류 문명이 발전되었다. 따라서 가장 오래된 사건부터 나열하면 (나) - (라) - (다) - (가)이다.
- 13 ③ 튜브에 공기를 불어 넣고 물에 넣으면 액체인 물보다 기체인 공기의 밀도가 작으므로 물에 뜨게 된다.
- 14 ①, ④ 자율 주행 자동차는 인공지능을 활용하고, 증강 현실을 나타내는 등 정보 통신 기술이 적용되었고, 나노 기술을 활용한 제품인 나노 페인트를 칠해 먼지가 묻지 않는다.



서술형 문제

- 15 | 모범 답안 | 증기 기관차로 먼 거리까지 사람이나 대량의 물건을 운반할 수 있게 되었고, 증기 기관을 이용한 기계의 사용으로 제품의 대량 생산이 가능해져 수공업 중심의 사회에서 산업 사회로 변화시키는 산업 혁명의 원동력이 되었다.

채점 기준	배점
교통수단과 증기 기관을 이용한 기계 사용을 서술하고, 산업 혁명을 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
교통수단이나 증기 기관을 이용한 기계 사용 중 한 가지만 서술하고, 산업 혁명을 포함하여 옳게 서술한 경우	50 %

- 16 | 모범 답안 | • 긍정적 영향 : 과학과 인간 중심의 사회로 변화하였고, 산업 혁명으로 사회 구조가 달라졌으며, 인류의 평균 수명이 길어지고, 생활이 편리해졌다.

• 부정적 영향 : 환경 오염, 에너지 부족, 사생활 침해 등과 같은 문제를 일으키기도 한다.

채점 기준	배점
긍정적 영향과 부정적 영향을 각각 한 가지씩 옳게 서술한 경우	100 %
긍정적 영향과 부정적 영향 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %



V 생식과 유전

01 세포 분열

p. 66~68

- 1 ④ 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ③ 6 ④ 7 ⑤ 8 ③
9 ⑤ 10 ② 11 ④ 12 ① 13 ⑤ 14 ④ 15 ④
16 ⑤ 17 ④

- ① 염색체는 세포 분열 시 막대 모양으로 나타나고, 세포가 분열하지 않을 때는 핵 속에 가는 실처럼 풀어져 있다.
② 같은 종의 생물은 염색체 수가 같다. 그러나 염색체 수가 같다고 해서 반드시 같은 종의 생물은 아니다.
③ 염색체는 유전 물질인 DNA와 단백질로 구성되어 있는데, 유전 물질에는 생물의 특징을 결정하는 유전 정보가 들어 있다. DNA에 있는 각각의 유전 정보를 유전자라고 한다.
④ 남녀 공통으로 가지는 염색체를 상염색체라고 하고, 남녀의 성에 따라 차이가 나는 염색체를 성염색체라고 한다.
⑤ 상동 염색체는 모양과 크기가 같은 염색체가 2개씩 쌍을 이룬 것으로, 부모로부터 각각 하나씩 물려받은 것이다.
- ① A는 DNA로, 여러 유전 정보가 담겨 있다.
② B는 염색체이고, C는 하나의 염색체를 구성하는 두 가닥의 염색 분체이다.
③ 염색 분체 C는 한쪽의 DNA가 복제되어 만들어진 것으로, 유전 정보가 서로 같다.
④, ⑤ (가)와 (나)는 모양과 크기가 같은 염색체 2개가 쌍을 이룬 상동 염색체이다. 상동 염색체는 부모로부터 각각 하나씩 물려받은 것이다.
- 사람의 체세포에는 46개의 염색체가 있으며, 상동 염색체는 23쌍이고, 이 중 상염색체는 22쌍, 성염색체는 1쌍이다.
- ① 사람의 염색체는 46개(23쌍)이다.
② 이 사람은 성염색체 구성이 XY이므로, 남자이다.
③ X 염색체는 어머니로부터, Y 염색체는 아버지로부터 물려받은 것이다.
④ 상동 염색체는 모양과 크기가 같은 2개의 염색체가 쌍을 이룬 것으로, 부모로부터 각각 한 개씩 물려받은 것이다. 1번 또는 2번에서 각각 쌍을 이룬 염색체가 상동 염색체이다.
- ③ 우무 조각이 커질수록 부피의 증가율이 표면적의 증가율보다 더 커지기 때문에 우무 조각의 부피에 대한 표면적의 비는 작아진다.
- ④ 세포 분열 전인 간기에는 염색체가 핵 속에 실처럼 풀어진 상태로 존재한다. 막대 모양의 염색체가 관찰되는 시기는 세포 분열 시기이다.
- 핵막이 사라지고, 막대 모양의 염색체와 방추사가 나타나는 시기는 세포 분열의 전기(마)이다.

- (가)는 중기, (나)는 말기, (다)는 후기, (라)는 간기, (마)는 전기이다. 체세포 분열은 세포 분열 준비기인 간기(라)를 거쳐 핵 분열(전기 → 중기 → 후기 → 말기)이 일어난 후 세포질 분열이 일어난다. 즉, 체세포 분열 과정은 (라) → (마) → (가) → (다) → (나) 순으로 일어난다.
- ① 막대 모양의 염색체가 처음 나타나는 시기는 전기(B)이다.
② 간기(A)가 분열기보다 길므로 간기의 세포가 가장 많이 관찰된다.
③ 염색체가 세포 중앙에 배열되는 시기는 중기(D)이다.
④ 핵막이 다시 나타나는 시기는 말기(E)이다.
⑤ 말기(E)에는 핵막이 나타나 2개의 핵이 만들어지고, 막대 모양의 염색체가 실처럼 풀어지며, 세포질 분열이 시작된다.
- ①, ②, ③ 이 세포는 세포 중앙에 세포판이 형성되어 안쪽에서 바깥쪽으로 자라면서 세포질이 나누어지므로 식물 세포이다. 동물 세포는 세포질이 바깥쪽에서 안쪽으로 잘록하게 들어가면서 세포질이 나누어진다.
④ 세포질 분열은 세포 분열 말기에 시작된다.
⑤ 세포질 분열은 핵분열이 진행되고 난 후 일어난다.
- ㄴ. 체세포 분열 결과 1개의 모세포로부터 2개의 딸세포가 만들어진다.
ㄷ. 체세포 분열 결과 생물의 몸집이 커지거나(생장) 상처가 아문다(재생). 그리고 단세포 생물의 경우 딸세포가 새로운 개체가 된다(번식).
- (가)는 해리, (나)는 염색, (다)는 압착, (라)는 고정, (마)는 분리 과정이다.
① (가)는 해리 과정으로, 세포가 잘 분리되도록 세포 사이의 접착 물질을 녹여 조직을 연하게 하기 위한 과정이다. 세포 분열을 멈추고 세포가 살아 있을 때의 모습을 유지하도록 하기 위한 과정은 고정(라) 과정이다.
⑤ 양파 뿌리 끝에는 생장점이 있어 체세포 분열이 활발하게 일어난다.
- (가) 감수 1분열 후기, (나) 감수 2분열 전기, (다) 감수 2분열 말기, (라) 감수 1분열 전기, (마) 감수 1분열 중기, (바) 감수 2분열 중기이다.
①, ② 감수 분열은 생식 기관인 정소와 난소에서 일어나며, 각각 생식세포인 정자와 난자가 만들어진다.
③ 감수 1분열에서는 상동 염색체가 분리되고, 감수 2분열에서는 염색 분체가 분리된다.
④ 감수 분열은 감수 1분열과 감수 2분열이 연속해서 일어나 1개의 모세포로부터 4개의 딸세포가 만들어진다.
⑤ 감수 분열은 (라) → (마) → (가) → (나) → (바) → (다) 순으로 진행된다.
- ①, ② (가)에서 상동 염색체가 접합한 2가 염색체가 형성되고, 이후 (나)에서 상동 염색체가 분리된다.
③, ④ (가)에서 (다)까지는 감수 1분열로 (나) → (다) 과정에서 상동 염색체가 분리되어 염색체 수가 반으로 줄어든다. (다) 이후는 감수 2분열로 염색 분체가 분리되므로 염색체 수에 변화가 없다.
⑤ 감수 분열 결과 염색체 수가 체세포의 절반인 생식세포가



만들어지고, 부모의 생식세포가 결합하여 생긴 자손의 염색체 수는 부모와 같아진다. 따라서 생물은 세대를 거듭해도 자손의 염색체 수가 일정하게 유지된다.

15 이 세포는 상동 염색체 중 하나씩만 있으며 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있는 것으로 보아 감수 2분열 중기 세포이며, 염색체 수는 모세포의 절반인 3개이다.

16 (가) 체세포 분열 과정, (나) 감수 분열 과정이다.

① 2가 염색체는 감수 분열 과정(나)에서 형성된다.

②, ③ 체세포 분열(가)은 1회 분열로 2개의 딸세포가 형성되고, 분열 결과 생장 및 재생이 일어난다. 감수 분열(나)은 연속 2회 분열로 4개의 딸세포가 형성되고, 분열 결과 생식세포가 만들어진다.

④ 체세포 분열(가)은 우리 몸 전체에서 일어나고, 감수 분열(나)은 생식 기관에서만 일어난다.

⑤ 체세포 분열(가) 결과 딸세포의 염색체 수는 모세포와 같고, 감수 분열(나) 결과 딸세포의 염색체 수는 모세포의 절반으로 줄어든다.

17 체세포 분열 결과 형성된 딸세포는 염색체 수와 모양, 유전 정보가 모세포와 같다.

02 사람의 발생

p. 69

1 ③ 2 ④ 3 ⑤ 4 ⑤ 5 ④ 6 ① 7 ⑤

1 정자는 정소(C)에서, 난자는 난소(D)에서 감수 분열이 일어나 만들어진다.

2 ① 수정관(A)은 정자가 이동하는 통로이다.

② 정자는 부정소(B)에서 잠시 머물면서 성숙한다.

③ 정소(C)와 난소(D)에서 감수 분열이 일어나 각각 정자와 난자가 만들어진다.

④ 수란관(E)에서 정자와 난자가 만나 수정이 이루어진다.

⑤ 태아는 자궁(F)에서 자라는데, 자궁은 두껍고 탄력 있는 근육으로 되어 있어 태아의 크기가 커짐에 따라 자궁의 크기 도 커진다.

3 ① 정자는 운동 능력이 있지만, 난자는 운동 능력이 없다.

②, ③ 난자는 양분을 많이 포함하고 있어서 크기가 정자나 체세포보다 훨씬 크다.

④, ⑤ 정자와 난자는 감수 분열을 통해 만들어져 염색체 수가 체세포의 절반이다.

4 난자는 세포질에 양분을 많이 저장하고 있기 때문에 정자보다 크기가 훨씬 크다.

5 ① 난할은 딸세포의 크기가 커지지 않고 세포 분열을 빠르게 반복한다.

②, ④ 난할은 체세포 분열의 일종으로, 난할이 진행되면 세포 수는 늘어나고, 세포 하나당 염색체 수는 변화 없다.

③, ⑤ 난할이 진행될수록 세포 하나의 크기는 점점 작아지

만 배아 전체의 크기는 수정란과 거의 비슷하다.

6 ① A는 배란, B는 수정, C는 착상에 해당한다.

②, ③ 수란관에서 수정(B)이 일어난 후 수정란이 난할을 하며 자궁으로 이동한다.

④, ⑤ 배아가 포배 상태일 때 자궁 안쪽 벽에 파고들어 가는 착상(C)이 일어나고, 착상(C) 후 태반이 형성된다.

7 ④ 태반을 통해 태아는 모체로부터 생명 활동에 필요한 산소와 영양소를 공급받고, 태아에서 만들어진 이산화 탄소와 노폐물을 모체로 전달하여 내보낸다.

⑤ 수정된 지 8주 후 대부분의 기관이 형성되어 사람의 모습을 갖추기 시작한 상태를 태아라고 한다.

03 멘델의 유전 원리

p. 70~71

1 ② 2 ④ 3 ②, ③ 4 ④ 5 ④ 6 ② 7 ① 8 ⑤
9 ③ 10 ① 11 ① 12 ④ 13 ④ 14 ③

1 ② 우성은 대립 형질이 다른 두 순종 개체를 교배했을 때 잡종 1대에서 나타나는 형질이다.

2 대립유전자는 대립 형질을 결정하는 유전자로, 상동 염색체의 같은 위치에 있다. 우성 대립유전자는 알파벳 대문자로 표시하고, 열성 대립유전자는 알파벳 소문자로 표시한다.

3 한 가지 형질을 나타내는 대립유전자의 구성이 같은 것이 순종이므로 RR, RRyy가 순종이고, 나머지가 잡종이다.

4 ④ 완두는 한 세대가 짧아 유전 실험의 재료로 적합하다.

5 ① 잡종 1대의 유전자형은 Rr이므로 잡종이다.

④ 잡종 2대에서 둥근 완두와 주름진 완두가 3 : 1의 비로 나타난다.

⑤ 잡종 2대의 유전자형의 분리비는 RR : Rr : rr = 1 : 2 : 1이므로, 잡종 2대에서 잡종 1대와 같은 유전자형(Rr)을 가질 확률은 $\frac{1}{2}$ (= 50%)이다.

6 잡종 2대의 유전자형의 분리비는 RR : Rr : rr = 1 : 2 : 1이므로, 잡종 2대에서 순종인 둥근 완두(RR)가 나올 확률은 $\frac{1}{4}$ (= 25%)이다.

7 우성 개체가 잡종인 경우 열성 개체와 교배하면 자손에서 우성 개체와 열성 개체가 1 : 1로 나온다. 만약, (가)가 우성 순종 개체라면 자손에서 열성 개체인 (라)가 나오지 않고 우성 개체인 (다)만 나온다.

8 ① 잡종 1대에서 둥글고 노란색인 완두만 나왔으므로, 둥근 형질이 주름진 형질에 대해 우성이고, 노란색 형질이 초록색 형질에 대해 우성이다.

③ 잡종 2대에서 주름지고 초록색인 완두의 유전자형은 모두 rryy로 순종이다.

⑤ 잡종 2대에서 노란색 완두와 초록색 완두의 분리비는 3 : 1



이고, 둥근 완두와 주름진 완두의 분리비도 3 : 1이다.

- 9 잡종 1대의 둥글고 노란색인 완두의 유전자형은 RrYy이다. 각 대립유전자는 상동 염색체의 같은 위치에 한 개씩 존재한다.
- 10 잡종 1대(RrYy)에서 만들어지는 생식세포의 종류는 RY, Ry, rY, ry이다.
- 11 잡종 2대에서 표현형의 분리비는 노란색 : 초록색 = 3 : 1, 둥근 모양 : 주름진 모양 = 3 : 1이므로, 잡종 2대에서 초록색 완두와 주름진 완두는 각각 $1600 \times \frac{1}{4} = 400$ (개)이다.
- 12 잡종 2대에서 표현형의 분리비는 둥글고 노란색 : 둥글고 초록색 : 주름지고 노란색 : 주름지고 초록색 = 9 : 3 : 3 : 1이므로, 잡종 2대에서 둥글고 노란색인 완두의 비율은 $\frac{9}{16}$ 이다. $1600 \times \frac{9}{16} = 900$ (개)
- 13 ①, ② 분꽃의 꽃잎 색깔 유전은 멘델이 밝힌 유전 원리 중 우열의 원리가 성립하지 않지만, 생식세포가 만들어질 때 대립유전자가 분리되어 서로 다른 생식세포로 들어가므로 분리의 법칙은 성립한다.
④ 분홍색 꽃잎 분꽃(RW)과 빨간색 꽃잎 분꽃(RR)을 교배하면 빨간색 꽃잎(RR) : 분홍색 꽃잎(RW) = 1 : 1로 나온다.
- 14 잡종 2대에서 빨간색 꽃잎(RR) : 분홍색 꽃잎(RW) = 1 : 1로 나오므로, 분홍색 꽃잎 분꽃의 비율은 $\frac{1}{2}$ 이다. $240 \times \frac{1}{2} = 120$ (개)

04 사람의 유전

p. 72~73

1 ④ 2 ② 3 ④ 4 ② 5 ③ 6 ② 7 ④ 8 ④
9 ④ 10 ③ 11 ② 12 ③ 13 ② 14 ②

- 1 ④ 사람은 대립 형질이 뚜렷하지 않은 경우가 많고 매우 복잡하여 유전 연구를 하기가 어렵다.
- 2 특정 형질을 가진 집안에서 여러 세대에 걸쳐 이 형질이 어떻게 유전되는지 알아보는 방법은 가계도 조사이다.
③ 사람을 대상으로 한 교배 실험은 불가능하다.
- 3 1관성 쌍둥이는 하나의 수정란이 발생 초기에 분리되어 각각 발생한 것으로, 유전자 구성이 서로 같으므로 성별과 혈액형이 항상 같게 나타나며, 형질 차이는 환경의 영향으로 나타난다. 2관성 쌍둥이는 각기 다른 두 개의 수정란이 동시에 발생한 것으로, 유전자 구성이 서로 다르므로 성별과 혈액형이 같을 수도 있고 다를 수도 있으며, 형질 차이는 유전과 환경의 영향으로 나타난다.
- 4 눈꺼풀이 쌍꺼풀인 부모 사이에서 외꺼풀인 자녀가 태어났으므로 외꺼풀이 열성이고 부모는 모두 외꺼풀 유전자(b)를 가진다. 따라서 부모의 유전자형은 모두 Bb이고, $Bb \times Bb \rightarrow BB, Bb, Bb, bb$ 이므로 자녀가 외꺼풀(bb)일 확률은

$\frac{1}{4}$ (=25%)이다.

- 5 ① (가)는 자녀에게 미맹 유전자를 물려주었으므로 유전자형이 Aa이다.
② (나)와 (다)는 자녀에게 미맹 유전자를 하나씩 물려주었으므로 유전자형이 Aa로 같다.
③ $Aa(나) \times Aa(다) \rightarrow AA, Aa, Aa, aa$ 이므로, 자녀가 한 명 더 태어날 때 미맹(aa)일 확률은 $\frac{1}{4}$ (=25%)이다.
④ 민주의 미맹 유전자는 어머니로부터 물려받은 것이다.
⑤ 민주는 어머니로부터 미맹 유전자를 물려받아 유전자형이 Aa이므로 미맹인 남자(aa)와 결혼하면 미맹(aa)인 자녀가 태어날 수 있다. $Aa \times aa \rightarrow Aa, aa$
- 6 혀를 말 수 없는 자녀의 유전자형은 tt이므로 부모가 모두 유전자 t를 가지고 있어야 한다.
- 7 ④ ABO식 혈액형은 유전자가 상염색체 있어 남녀에 따라 형질이 나타나는 빈도에 차이가 없다.
⑤ ABO식 혈액형의 대립유전자는 A, B, O 세 가지이지만, 한 쌍의 대립유전자에 의해 혈액형이 결정된다.
- 8 AB형과 A형 사이에서 B형이 나왔으므로 (가)의 유전자형은 AO이고 (나)의 유전자형은 BO이다($AB \times AO \rightarrow AA, AO, AB, BO$). 그리고 AB형과 AB형 사이에서 나오는 A형과 B형은 순종이므로 (다)의 유전자형은 AA이다($AB \times AB \rightarrow AA, AB, AB, BB$).
- 9 유정이 부모의 유전자형은 AB와 AO이므로 A형, AB형, B형인 자녀가 태어날 수 있다. $AB \times AO \rightarrow AA, AO, AB, BO$
- 10 (가)의 부모의 유전자형은 BO와 AA이므로 $BO \times AA \rightarrow AB, AO$ 인 자녀가 태어날 수 있다. 따라서 (가)가 A형일 확률은 $\frac{1}{2}$ (=50%)이다.
- 11 ② A형(AO)과 B형(BO) 사이에서 AB형(AB), A형(AO), B형(BO), O형(OO)의 네 가지 혈액형이 모두 나올 수 있다.
- 12 (바)는 정상인 남자이므로 유전자형이 XY이고, (사)는 (라)로부터 적록 색맹 유전자를 물려받았으므로 유전자형이 XX' 이다. $XY(바) \times XX'(사) \rightarrow XX, XX', XY, X'Y$ 이므로, (바)와 (사) 사이에서 태어난 아들(XY, $X'Y$)이 적록 색맹($X'Y$)일 확률은 $\frac{1}{2}$ (=50%)이다.
- 13 정상인 사람 중에서 적록 색맹 유전자를 가진 사람은 보인자(XX')이다. (마)와 (사)는 정상이지만 (마)는 (가)로부터, (사)는 (라)로부터 적록 색맹 유전자를 물려받았으므로 보인자(XX')이다. (나)와 (차)는 XX 인지 XX' 인지 확실히 알 수 없다.
- 14 아버지의 ABO식 혈액형 유전자형은 AB, 적록 색맹 유전자형은 XY이고, 어머니의 ABO식 혈액형 유전자형은 OO, 적록 색맹 유전자형은 $X'X'$ 이다. $XY \times X'X' \rightarrow XX', X'Y$ 이고, $AB \times OO \rightarrow AO, BO$ 이므로 이들 부모 사이에서 자녀가 태어날 때 적록 색맹이면서 A형일 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ (=25%)이다.



VI 에너지 전환과 보존

01 역학적 에너지 전환과 보존

p. 74~75

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

- ① 운동 에너지가 최대인 곳은 E점이다. A점에서는 위치 에너지가 최대이다.
② 공기 저항을 무시하므로 낙하하는 동안 물체의 역학적 에너지는 보존된다.
③ C점에서는 지면으로부터의 높이와 감소한 높이가 10 m로 같다. 따라서 위치 에너지와 운동 에너지는 같다.
④ 운동 에너지가 0인 곳은 A점이다.
⑤ 낙하하는 동안 높이가 낮아지므로 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다.
- 물체가 지면에 닿는 순간의 운동 에너지는 처음 높이에서의 위치 에너지와 같다. 따라서 $(9.8 \times 4)N \times 5m = 196 J$ 이다.
- 물체를 던져 올릴 때의 운동 에너지 = 역학적 에너지이므로 $\frac{1}{2} \times 10 kg \times (7 m/s)^2 = 245 J$ 이다. 공기 저항을 무시할 때 역학적 에너지는 보존되므로, 공이 최고점에 도달했을 때 역학적 에너지도 245 J이다.
- 위치 에너지가 증가하면 위치 에너지의 증가량만큼 운동 에너지가 감소하여 역학적 에너지는 일정하게 보존된다.
5 m 높이에서의 운동 에너지
= 5 m 높이에서의 위치 에너지 - 0 m 높이에서의 위치 에너지
= $(9.8 \times 10)N \times (5 - 0)m = 490 J$
- 5 m인 지점에서 물체의 위치 에너지 = $(9.8 \times 1)N \times 5m = 49 J$ 이고, 물체의 운동 에너지는 감소한 물체의 위치 에너지이므로 $(9.8 \times 1)N \times (15 - 5)m = 98 J$ 이다. 따라서 물체의 역학적 에너지는 $49 J + 98 J = 147 J$ 이다.
- 5 m인 지점에서 물체의 역학적 에너지는 위치 에너지와 운동 에너지의 합이므로 $(9.8 \times 10)N \times 5m + \frac{1}{2} \times 10 kg \times (4 m/s)^2 = 570 J$ 이다. 빗면을 따라 내려오는 동안 물체의 위치 에너지는 모두 운동 에너지로 전환되므로 A점에서 공의 운동 에너지는 570 J이다.
- ① A점에서 B점으로 갈수록 높이가 낮아지므로 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다. 따라서 속력이 빨라진다.
② 마찰이 없으므로 모든 지점에서의 역학적 에너지는 같다.
③ 높이가 낮아지면 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다. 낮아진 높이는 C점에서는 D점에서는보다 작으므로 운동 에너지는 C점에서는 D점에서는보다 작다.
④ B점에서 C점으로 갈 때 높이가 높아지므로 운동 에너지가 위치 에너지로 전환된다.
⑤ A점에서 B점으로 갈 때 감소한 위치 에너지는 증가한 운동 에너지와 같으므로, 위치 에너지 변화량은 운동 에너지 변화량과 같다.

- 감소한 위치 에너지만큼 운동 에너지가 증가하므로 낙하 높이가 클수록 운동 에너지가 크다. 따라서 운동 에너지는 $B > C > A$ 순으로 크다. 공기 저항과 마찰을 무시할 때 역학적 에너지는 보존되므로 역학적 에너지는 $A = B = C$ 이다.
- 감소한 위치 에너지만큼 운동 에너지가 증가하므로 낙하 높이가 가장 큰 C점에서 운동 에너지가 최대이다.
- 진자가 A점에서 B점으로 운동할 때 높이가 낮아지므로 위치 에너지는 감소하고, 운동 에너지는 증가한다. 이때 역학적 에너지는 보존되므로 일정하다.
- 진자의 역학적 에너지는 보존되므로 최저점에서 진자의 운동 에너지는 최고점에서 진자의 위치 에너지와 같다. 따라서 $(9.8 \times 0.5)N \times 0.2m = 0.98 J$ 이다.
- 물체의 역학적 에너지는 보존되므로 내려오는 동안 감소한 위치 에너지는 증가한 운동 에너지와 같다. 따라서 운동 에너지의 비는 $(9 - 5)m : (9 - 0)m = 4 : 9$ 이다. 이때 운동 에너지는 속력의 제곱에 비례하므로 속력의 비는 2 : 3이다.

02 전기 에너지의 발생과 전환

p. 76~77

1 ③ 2 ㉠ 전기, ㉡ 역학적, ㉢ 역학적, ㉣ 전기 3 ⑤
4 ① 5 ⑤ 6 ② 7 ④ 8 ③ 9 ④ 10 ③ 11 ⑤
12 ④ 13 4.9 J 14 ⑤

- ①, ② 코일을 통과하는 자기장이 변할 때 코일에 유도 전류가 흐른다.
③ 자석을 코일 속에 넣어 두면 코일을 통과하는 자기장이 변하지 않으므로 유도 전류가 흐르지 않는다.
④ 코일 속에 자석을 넣는 속도를 빠르게 하면 센 유도 전류가 흐른다.
⑤ 자석의 극을 반대로 하여 코일에 가까이 할 때 유도 전류의 방향이 바뀐다.
- (가)는 전동기, (나)는 발전기의 구조를 나타낸 것이다.
전동기에서는 코일에 전류가 흐르면 코일이 자석의 자기장에 의해 힘을 받아 회전하므로 전기 에너지가 역학적 에너지로 전환되고, 발전기에서는 날개를 돌리면 전자기 유도에 의해 유도 전류가 흘러 전구에 불이 켜지므로 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
- (가)는 전동기, (나)는 발전기의 구조를 나타낸 것이다.
①, ② 풍력 발전기, 손발전기는 발전기인 (나)를 이용한 장치이다.
⑤ 교통 카드 판독기는 전자기 유도 현상을 이용한 장치이다.
- ① 세탁기에서는 전기 에너지가 운동 에너지로 전환된다.
②, ③, ④, ⑤ 전기다리미, 전기밥솥, 전기난로, 헤어드라이어는 전기 에너지를 열에너지로 전환하여 이용한다.



- 5 휴대 전화 배터리의 화학 에너지는 전기, 소리, 빛, 운동, 열에너지 등으로 전환된다.

구분	에너지 전환
스피커	전기 에너지 → 소리 에너지
화면	전기 에너지 → 빛에너지
진동	전기 에너지 → 운동 에너지
발열	전기 에너지 → 열에너지
마이크	소리 에너지 → 전기 에너지
배터리 충전	전기 에너지 → 화학 에너지

⑤ 전화 통화를 할 때 마이크에서 소리 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

- 6 ㄱ, ㄴ. 소비 전력은 단위 시간당 전기 기구가 소모하는 전기 에너지로, 단위는 W(와트)를 사용한다.
ㄷ. 전력량은 전기 기구가 일정 시간(시간) 동안 사용하는 전기 에너지이다.

- 7 전력량=소비 전력×시간이므로 $3000 \text{ Wh} = \text{소비 전력} \times 3 \text{ h}$ 에서 소비 전력은 1000 W 이다.

- 8 한 달 동안의 전력량= $600 \text{ W} \times 0.5 \text{ h} \times 30 \text{ 일} = 9000 \text{ Wh} = 9 \text{ kWh}$

- 9 전구가 220 V 의 전원에 연결될 때 소비 전력은 50 W 이다. 전구는 1초 동안 50 J 의 전기 에너지를 사용하므로 10초 동안 $50 \text{ J} \times 10 = 500 \text{ J}$ 의 전기 에너지를 사용한다.

- 10 전력량=소비 전력×시간
(가) $30 \text{ W} \times 10 \text{ h} = 300 \text{ Wh}$
(나) $200 \text{ W} \times 2.5 \text{ h} = 500 \text{ Wh}$
(다) $1800 \text{ W} \times \frac{1}{4} \text{ h} = 450 \text{ Wh}$

따라서 전력량은 (나) > (다) > (가) 순으로 크다.

- 11 ①, ② 에너지는 여러 가지 형태로 전환되지만 소멸되거나 새로 생겨나지 않으며, 그 총량은 항상 일정하게 유지된다.
⑤ 공기 저항이나 마찰이 있으면 역학적 에너지가 열에너지, 소리 에너지 등으로 전환되므로 역학적 에너지는 감소한다.

- 12 • 물체에 힘을 작용하여 일을 하였으므로 물체가 한 일의 양은 $12 \text{ N} \times 3 \text{ m} = 360 \text{ J}$ 이다.
• 마찰에 의해 발생한 열에너지
= 물체를 끌어올릴 때 한 일의 양 - 증가한 위치 에너지
= $(120 \text{ N} \times 3 \text{ m}) - (300 \text{ N} \times 1 \text{ m})$
= 60 J

- 13 잃어버린 역학적 에너지=감소한 위치 에너지
= $(9.8 \times 1) \text{ N} \times (2 - 1.5) \text{ m} = 4.9 \text{ J}$

- 14 ㄱ. 미끄럼틀에서 공기 저항이나 마찰에 의해 역학적 에너지의 일부가 열에너지로 전환된다.

ㄴ. 열에너지=처음 위치 에너지-나중 운동 에너지
= $(9.8 \times 10) \text{ N} \times 2 \text{ m} - \frac{1}{2} \times 10 \text{ kg} \times (2 \text{ m/s})^2$
= 176 J

ㄷ. 에너지 보존 법칙에 따라 전체 에너지의 총량은 일정하게 보존된다.

VII 별과 우주

01 별

p. 78~80

1 ⑤ 2 ⑤ 3 ① 4 ④ 5 ① 6 ② 7 ⑤ 8 ①
9 ③ 10 ① 11 ④ 12 ③ 13 ② 14 ④ 15 ③
16 ② 17 ③ 18 ② 19 ①

- 1 ⑤ 별까지의 거리가 100 pc 보다 멀면 연주 시차가 매우 작아 측정하기 어렵기 때문에 연주 시차는 대체로 100 pc 보다 가까이 있는 별까지의 거리를 측정할 때 이용된다.

- 2 별의 연주 시차는 지구가 공전하기 때문에 나타난다.

- 3 별 A의 시차가 $1''$ 이므로 연주 시차는 시차의 $\frac{1}{2}$ 인 $0.5''$ 이다. 별 B의 연주 시차는 $1''$ 이므로 별 B까지의 거리는 1 pc 이다.

- 4 • 거리가 1 pc 인 별의 연주 시차가 $1''$ 이고 연주 시차는 거리에 반비례한다. 별 A는 연주 시차가 $1.2''$ 이므로 거리는 1 pc 보다 가깝다.
• 별 B는 10 pc 의 거리에 있다.
• 3.26 광년은 1 pc 과 같으므로 별 C까지의 거리는 1 pc 이다. 따라서 지구로부터 가장 먼 별은 B이고, 가장 가까운 별은 A이므로 거리가 먼 별부터 나열하면 B - C - A이다.

- 5 ㄱ. (가)에서 (다)의 기간 동안 별 A는 별 B보다 위치 변화가 컸으므로 별 A는 별 B보다 시차가 크고, 연주 시차도 크다.
ㄴ. 별 A는 별 B보다 연주 시차가 크므로 가까운 거리에 있다.
ㄷ. 별 A와 별 B는 지구가 공전하여 관측된 위치가 변화였다.

- 6 별 (가)는 5 pc , 별 (나)는 10 pc 거리에 있으므로 별 (나)가 별 (가)보다 2배 멀리 있다. 별의 밝기는 별까지의 거리의 제곱에 반비례하므로 별 (가)는 별 (나)보다 4배 밝고, 별 (나)는 별 (가)보다 $\frac{1}{2^2} = \frac{1}{4}$ 로 어둡게 보인다.

- 7 히파르코스 망원경으로 보았을 때 가장 밝게 보이는 별을 1등급, 가장 어둡게 보이는 별을 6등급으로 정하였다.

- 8 ② 망원경으로 본 별의 밝기를 나타낸 것은 겉보기 등급이다.
③ 별을 10 pc 의 거리에 두고 정한 등급은 절대 등급이다.
④ 별의 겉보기 등급과 절대 등급이 같은 것은 10 pc 거리에 있는 별이다.
⑤ 등급 값이 작을수록 밝게 보이므로 겉보기 등급이 0등급인 별은 1등급인 별보다 밝게 보인다.

- 9 (가) 망원경으로 보았을 때 가장 밝게 보이는 별은 겉보기 등급이 가장 작은 시리우스이고, 가장 어둡게 보이는 것은 겉보기 등급이 가장 큰 데네브이다. (나) 실제로 가장 밝은 별은 절대 등급이 가장 작은 데네브이고, 실제로 가장 어두운 별은 절대 등급이 가장 큰 시리우스이다.

- 10 2등급인 별이 100개 모여 있으면 밝기가 100배 밝은 것이고, 100배의 밝기 차는 등급 차로는 5등급이다. 등급 값이 작을수록 밝은 별이므로 2등급-5등급=-3등급의 밝기와 같다.



11 별의 밝기는 별까지의 거리의 제곱에 반비례하므로 10배 멀어지면 $\frac{1}{10^2} = \frac{1}{100}$ 로 어두워진다. 밝기 차가 100배이면 등급 차는 5등급이고 어두울수록 등급 값은 커지므로, 별 A는 1등급+5등급=6등급으로 보인다.

12 절대 등급이 5등급이므로 10 pc 거리에 있을 때의 밝기이고, 실제 거리는 40 pc이므로 4배 멀리 있다. 거리가 4배 멀어지면 별의 밝기는 $\frac{1}{4^2} = \frac{1}{16}$ 로 어두워지고, 표에서 밝기 차가 16배 이면 등급 차는 3등급이므로 별 S의 겉보기 등급은 8등급(=5등급+3등급)이다.

13 연주 시차가 1"인 별까지의 거리가 1 pc이고, 별까지의 거리는 연주 시차에 반비례하므로 연주 시차가 0.1"인 별까지의 거리는 10 pc이다. 10 pc 거리에 있는 별은 겉보기 등급과 절대 등급이 같으므로 이 별의 절대 등급은 -2등급이다.

별	겉보기 등급	절대 등급	겉보기 등급 - 절대 등급
태양	-26.8	4.8	-31.6
데네브	1.3	-8.7	10.0
북극성	2.1	-3.7	5.8
폴룩스	1.16	1.10	0.06

- ① 실제로 가장 어두운 별은 절대 등급이 가장 큰 태양이다.
- ② 북극성은 (겉보기 등급 - 절대 등급)=5.8이므로 거리는 10 pc보다 멀다.
- ③ 맨눈으로 볼 때 가장 밝은 별은 겉보기 등급이 가장 작은 태양이다.
- ④ 별이 방출하는 빛의 양이 많을수록 실제 밝기가 밝으므로 절대 등급이 작다.
- ⑤ 지구에서 가까운 별부터 순서대로 나열하면 태양 - 폴룩스 - 북극성 - 데네브이다.

[15~16] 표는 그래프에서 별의 물리량을 읽어 정리한 것이다.

별	겉보기 등급	절대 등급	겉보기 등급 - 절대 등급
시리우스	-1.5	< 1.4	-2.9
직녀성	0.0	< 0.5	-0.5
북극성	2.1	> -3.7	5.8
베텔게우스	0.5	> -5.1	5.6
리젤	0.1	> -6.8	6.9

- 15 나. 실제 밝기가 가장 밝은 별은 절대 등급이 가장 작다.
 나. 지구에서 보았을 때 가장 밝게 보이는 별은 겉보기 등급이 가장 작다.
 다. (겉보기 등급 - 절대 등급) 값이 클수록 멀리 있는 별이므로 리젤이 지구에서 가장 멀리 있다.
- 16 10 pc에서 별의 밝기는 절대 등급이고, 10 pc보다 가까이 있는 별은 10 pc에서보다 밝게 보이므로 겉보기 등급이 절대 등급보다 작다. 겉보기 등급이 절대 등급보다 작은 별은 시리우스, 직녀성이다.

[17~19]

별	겉보기 등급	절대 등급	색	겉보기 등급 - 절대 등급
A	2.1	-3.7	적색	5.8
B	0.0	0.5	청백색	-0.5
C	0.1	-6.8	주황색	6.9
D	-1.5	1.4	백색	-2.9
E	0.8	-5.5	황색	6.3

- 17 지구에서 보았을 때 가장 멀리 있는 별은 (겉보기 등급 - 절대 등급) 값이 가장 큰 C이다.
- 18 별의 색이 파란색에 가까울수록 표면 온도가 높고 붉은색에 가까울수록 표면 온도가 낮다. 따라서 표면 온도를 비교하면, B > D > E > C > A이다.
- 19 나. 실제 밝기는 절대 등급으로 판단할 수 있다. 절대 등급이 0.5등급인 별 B는 절대 등급이 -6.8등급인 별 C보다 더 어둡다.
 다. 별의 표면 온도를 높은 것부터 나열하면 청색 - 청백색 - 백색 - 황백색 - 황색(E) - 주황색(C) - 적색이다.

02 은하와 우주

p. 81-83

- 1 ④ 2 ⑤ 3 ③ 4 ④ 5 ⑤ 6 ③ 7 ③ 8 ②
 9 ④ 10 ② 11 ④ 12 ② 13 ① 14 ② 15 ③
 16 ③ 17 우주 쓰레기 18 ②

- 1 그림의 천체는 구상 성단이다.
 ① 구상 성단을 이루는 별들의 나이는 비교적 많다.
 ② 구상 성단은 우리은하를 이루고 있는 천체 중 하나이다.
 ③ 구상 성단은 수만 ~ 수십만 개의 별들이 공 모양으로 뽕뽕하게 모여 있다.
 ⑤ 성단은 별들이 모여 있는 것이고, 성간 물질이 모여 있어 구름처럼 보이는 천체는 성운이다.
- 2 산개 성단은 주로 나이가 적고 표면 온도가 높은 별들로 구성되어 있다.
- 3 성간 물질이 구름처럼 모여 있는 것은 성운이고, 성운 중 성간 물질이 주변의 별빛을 반사하여 밝게 보이는 성운은 반사 성운이다.
- 4 나. 스스로 빛을 내는 장미성운은 방출 성운에 속한다. 반사 성운은 성간 물질이 주변의 별빛을 반사하여 밝게 보인다.
- 5 안드로메다은하는 우리은하 밖에 있는 외부 은하이다.
- 6 우리은하는 태양계를 포함하고 있는 은하를 말한다. 우리은하를 옆에서 보면 중심부가 약간 불룩하고 납작한 원반 모양이고, 위에서 보면 막대 모양의 중심부를 나선팔이 휘감은 모양이다. 우리은하의 지름은 약 30000 pc이다.



- 7 태양계는 은하 중심에서 약 8500 pc 떨어진 나선팔에 있으므로 B 위치에 있고, 구상 성단은 우리은하 중심부나 원반을 둘러싼 구형의 공간에 고르게 분포한다.
- 8 ①, ②, ⑤ 은하수는 지구에서 우리은하의 일부를 본 모습으로, 수천억 개의 별들이 모여 있으며, 남반구와 북반구 모두에서 볼 수 있다.
③, ④ 은하수의 폭과 밝기는 우리은하를 보는 방향에 따라 달라진다. 우리나라에서는 여름철에 은하 중심 방향을 향하여 은하수가 폭이 넓고 밝게 보인다.
- 9 (가)는 타원 은하, (나)는 불규칙 은하, (다)는 정상 나선 은하, (라)는 막대 나선 은하의 모습이다.
④ 은하 중심부가 막대 모양으로 나타나는 것은 (라) 막대 나선 은하이다.
- 10 허블은 외부 은하를 모양을 기준으로 타원 은하, 정상 나선 은하, 막대 나선 은하, 불규칙 은하로 분류하였다.
- 11 팽창하는 풍선 표면은 우주, 붙임딱지는 우리은하와 외부 은하를 모두 포함한 은하를 의미한다.
- 12 가. 팽창하는 우주에 특별한 중심은 없다.
다. 우주가 팽창하면서 은하 사이의 거리는 모든 방향으로 서로 멀어지고 있다. 따라서 다른 쪽에서도 은하들 사이의 거리가 멀어진다.
- 13 대폭발 우주론은 약 138억 년 전에 한 점이었던 우주가 대폭발한 후 현재까지 계속해서 팽창하고 있다는 이론이다.
다. 대폭발 이후 우주의 온도는 점점 낮아지고 있다.
라. 대폭발 이후 현재까지 우주는 계속 팽창하고 있다.
- 14 천체 주위를 일정한 궤도를 따라 공전하도록 만든 장치는 인공위성이고, 직접 탐사할 천체까지 날아가 천체 표면에 착륙하여 탐사하는 것은 우주 탐사선이다.
- 15 우주 탐사를 통해 우주에 대한 이해를 넓히고, 외계 생명체의 존재를 탐사할 수 있으며, 우주 탐사와 관련된 첨단 기술을 실생활에 이용할 수도 있다. 또한, 지구에서 부족한 자원을 채취하거나 지구 환경이나 생명체를 더욱 잘 이해할 수 있다.
- 16 (가) 1957년 스푸트니크 1호가 발사되었다.
(다) 1977년 목성형 행성 탐사를 위해 보이저 2호가 발사되었다.
(라) 큐리오시티가 2012년 화성 표면에 착륙하여 탐사를 시작하였다.
(나) 뉴호라이즌스호가 2006년 발사되어 2015년에 명왕성을 통과하였다.
- 17 인공위성의 발사나 폐기 과정에서 나온 파편 등을 우주 쓰레기라고 하는데, 이는 지구 주위를 불규칙한 궤도로 매우 빠르게 돌면서 인공위성과 충돌하는 등 피해를 줄 수 있다.
- 18 우주 탐사의 영향으로 새로운 직업이 등장하고 첨단 기술이 산업과 실생활에 이용되기도 하지만, 우주 쓰레기가 지구 주위를 돌면서 피해를 주기도 한다.
② 인공위성은 우주 탐사뿐만 아니라 일기 예보나 방송 통신을 위한 목적으로도 발사되어 다양하게 이용되고 있다.

VIII 과학기술과 인류 문명

01 과학기술과 인류 문명

p. 84

1 ⑤ 2 ④ 3 ⑤ 4 ② 5 ③ 6 ②

- 1 ⑤ 코페르니쿠스는 지구가 태양 주위를 돈다는 태양 중심설을 주장하였고, 망원경으로 천체를 관측하여 태양 중심설의 증거를 발견하였다. 이를 통해 우주의 중심이 지구가 아님을 밝혀 인류의 가치관을 변화시켰다.
- 2 ① 농산품의 품질이 향상되고, 생산량이 증가한 것은 농업 분야에서 암모니아 합성법 개발로 화학 비료의 생산이 가능해졌기 때문이다.
⑤ 교통 분야에서는 증기 기관의 발명으로 먼 거리까지 많은 물건을 빠르게 운반할 수 있게 되어 산업이 크게 발달하였다.
- 3 ① 백신 개발로 질병을 예방할 수 있게 되었고, 항생제 개발로 질병을 치료할 수 있게 되었다. 여러 종류의 백신과 항생제는 인류의 평균 수명을 늘리는 데 큰 역할을 하였다.
② 인쇄술의 발달로 지식과 정보의 유통이 활발해져 과학 혁명의 토대가 되었다. 망원경의 발명으로 천체를 관측할 수 있게 되면서 태양 중심설의 증거를 발견하였고, 태양 중심설의 증거를 발견하면서 경험 중심의 과학적 사고를 중요시하게 되었다.
③ 현미경의 발명으로 생물체를 작은 세포들이 모여서 이루어진 존재로 인식하게 되었고, 생명 공학 기술이 발달하게 되었다.
④ 인터넷이 개발되어 인류는 세계를 연결하는 통신망을 만들고, 전 세계의 정보를 실시간으로 공유할 수 있게 되었다.
⑤ 증기의 압력을 이용하여 기계를 움직이는 장치인 증기 기관의 발명으로 제품의 대량 생산이 가능해지고, 먼 거리까지 사람과 물건을 운반할 수 있게 되었다.
- 4 1 nm(나노미터)는 10억분의 1 m의 길이로, 초미세 영역이다. 물질이 나노미터 크기로 작아지면 물질 고유의 성질이 바뀌어 새로운 특성을 갖게 된다. 이렇게 나타난 새로운 특성과 기능을 이용하여 실생활에 유용한 물건이나 재료를 만드는 기술을 나노 기술이라고 한다. 나노 로봇, 나노 반도체, 나노 표면 소재, 휘어지는 디스플레이는 나노 기술을 활용한 것이다.
② 바이오칩은 생명 공학 기술을 활용한 예이다.
- 5 가. 방대한 정보를 분석하여 활용하는 기술은 빅데이터 기술이다.
나. 모든 사물을 인터넷으로 연결하는 기술은 사물 인터넷(IoT) 기술이다.
다. AI 기술은 인공 지능 기술로, 컴퓨터나 전자 기술로 인간의 기억, 지각, 학습 이해 등 인간이 하는 지적 행위를 실현하고자 하는 기술이다.
- 6 공학적 설계를 할 때 고려해야 할 점은 경제성, 편리성, 안전성, 환경적 요인, 외형적 요인 등이다.
② 안전을 고려함과 동시에 편리한 사용에 중점을 두어 전기 자동차를 개발해야 한다.

02 | 모범 답안 | 난자가 배란된 후 수란관에서 정자와 난자가 수정하여 수정란이 형성된다. 수정란은 난할이 일어나 세포 수를 늘리며 자궁으로 이동하여 포배 상태로 자궁 안쪽 벽에 착상한다.

채점 기준	배점
제시된 용어를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
제시된 용어 중 세 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	75 %
제시된 용어 중 두 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	50 %
제시된 용어 중 한 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	25 %

03 | 모범 답안 | 난할이 진행되면 세포 수는 늘어나고, 세포 하나의 크기는 점점 작아지지만, 세포 하나의 염색체 수는 변화 없다.

| 해설 | 난할은 체세포 분열이지만, 딸세포의 크기가 커지지 않고 세포 분열을 빠르게 반복한다.

채점 기준	배점
세 가지 내용을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
두 가지 내용만 포함하여 옳게 서술한 경우	70 %
한 가지 내용만 포함하여 옳게 서술한 경우	40 %

04 | 모범 답안 | 태반, A를 통해 태아에서 모체로 이동하는 물질에는 이산화 탄소, 노폐물이 있다.

| 해설 | 태반을 통해 태아는 필요한 산소와 영양소를 모체로부터 전달받고, 태아의 몸에서 생기는 이산화 탄소와 노폐물을 모체로 전달하여 내보낸다.

채점 기준	배점
태반이라고 쓰고, 태반을 통해 이동하는 물질을 옳게 서술한 경우	100 %
태반이라고 쓰고, 태아의 몸에서 생긴 물질을 내보낸다고만 서술한 경우	70 %
태반만 옳게 쓴 경우	50 %

03 멘델의 유전 원리

p. 87

01 | 모범 답안 | 기르기 쉽다. 한 세대가 짧다. 자손의 수가 많다. 대립 형질이 뚜렷하다. 자가 수분과 타가 수분이 모두 가능하다. 중 두 가지

채점 기준	배점
까닭을 두 가지 모두 옳게 서술한 경우	100 %
까닭을 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

02 | 모범 답안 | (1) 완두 씨의 모양이 둥근 것

(2) 대립 형질이 다른 두 순종 개체를 교배했을 때 잡종 1대에서 나타나는 형질이 우성 형질인데, 잡종 1대에서 둥근 완두만 나왔기 때문이다.

(3) 둥근 모양 : 주름진 모양 = 3 : 1로 나타난다.

채점 기준	배점
(1) 둥근 것이라고 쓴 경우	20 %
우열의 원리를 들어 옳게 서술한 경우	40 %
(2) 잡종 1대에서 둥근 완두가 나왔기 때문이라고만 서술한 경우	20 %
표현형과 분리비를 모두 옳게 서술한 경우	40 %
(3) 3 : 1로 나온다고만 서술한 경우	20 %

03 | 모범 답안 | (나), 잡종 1대에서 어버이에게 없는 초록색 완두가 나온 것으로 보아 어버이는 모두 초록색 유전자를 하나씩 가지고 있기 때문이다.

채점 기준	배점
(나)라고 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
(나)라고만 쓴 경우	50 %

04 | 모범 답안 | (1) $RY : Ry : rY : ry = 1 : 1 : 1 : 1$ 로 만들어진다.

(2) 등글고 노란색 : 등글고 초록색 : 주름지고 노란색 : 주름지고 초록색 = 9 : 3 : 3 : 1로 나타난다.

(3) 잡종 2대에서 주름지고 노란색인 완두가 나올 확률은 $\frac{3}{16}$ 이므로, 800개의 완두 중 주름지고 노란색인 완두는 $800 \times \frac{3}{16} = 150(\text{개})$ 이다.

채점 기준	배점
(1) 생식세포의 종류와 분리비를 모두 옳게 서술한 경우	20 %
생식세포의 종류만 옳게 서술한 경우	10 %
잡종 2대의 표현형과 분리비를 모두 옳게 서술한 경우	40 %
(2) 표현형만 옳게 서술한 경우	20 %
9 : 3 : 3 : 1로 나온다고만 서술한 경우	20 %
(3) 확률과 계산식을 포함하여 옳게 서술한 경우	40 %
완두의 개수만 옳게 쓴 경우	20 %

05 | 모범 답안 | 빨간색 꽃잎 유전자(R)와 흰색 꽃잎 유전자(W) 사이의 우열 관계가 뚜렷하지 않기 때문이다.

| 해설 | 분꽃의 꽃잎 색깔 유전은 우열의 원리는 성립하지 않지만 분리의 법칙은 성립한다.

채점 기준	배점
두 대립유전자 사이의 우열 관계가 뚜렷하지 않기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
우열의 원리가 성립되지 않기 때문이라고만 서술한 경우	80 %

04 사람의 유전

p. 88

01 | 모범 답안 | 한 세대의 길이가 길고, 자손의 수가 적으며, 교배 실험이 불가능하기 때문이다.

채점 기준	배점
제시된 용어를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
제시된 용어 중 두 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	70 %
제시된 용어 중 한 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	40 %

02 | 모범 답안 | (1) 열성

(2) 지민이 부모님은 모두 PTC 용액의 쓴맛을 느끼는데 지민이는 PTC 용액의 쓴맛을 느끼지 못하기 때문이다.

채점 기준	배점
(1) 열성이라고 쓴 경우	40 %
지민이의 형질이 열성인 까닭을 옳게 서술한 경우	60 %
(2) 부모에게서 없던 형질이 지민이에게 나타났기 때문이라고 서술한 경우에도 정답 인정	60 %



03 | 모범 답안 | (1) 부모 모두 Rr

(2) 혀를 말 수 있는 부모 사이에서 혀를 말 수 없는 자녀가 태어났으므로 부모의 형질은 우성이며, 부모는 열성 유전자를 하나씩 가지고 있기 때문이다.

(3) 25 %

| 해설 | 부모의 유전자형은 모두 Rr이므로 $Rr \times Rr \rightarrow RR, Rr, Rr, rr$ 가 된다. 따라서 다섯째가 태어났을 때 혀를 말 수 없는 자녀(rr)일 확률은 $\frac{1}{4}$ (=25 %)이다.

채점 기준	배점
(1) 부모 모두 Rr라고 쓴 경우	20 %
부모 모두 Rr인 까닭을 옳게 서술한 경우	40 %
(2) 부모는 열성 유전자를 하나씩 가지고 있기 때문이라고만 서술한 경우	20 %
(3) 25 %라고 쓴 경우	40 %

04 | 모범 답안 | 유전자 A와 B 사이에는 우열 관계가 없고, 유전자 A와 B는 유전자 O에 대해 우성이다.

채점 기준	배점
유전자 A, B, O의 우열 관계를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
A=B>O라고 쓴 경우에도 정답 인정	100 %

05 | 모범 답안 | 남자, 성염색체 구성이 XY인 남자는 적록 색맹 유전자가 1개만 있어도 적록 색맹이 되지만, 성염색체 구성이 XX인 여자는 2개의 X 염색체에 모두 적록 색맹 유전자가 있어야 적록 색맹이 되기 때문이다.

채점 기준	배점
남자라고 쓰고, 그 까닭을 제시된 용어를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
남자라고 쓰고, 그 까닭을 제시된 용어 중 두 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	80 %
남자라고 쓰고, 그 까닭을 제시된 용어 중 한 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	60 %
남자라고만 쓴 경우	40 %

06 | 모범 답안 | (1) 외할머니의 적록 색맹 유전자가 어머니에게 전달된 후 무영이에게 전달되었다.

(2) 25 %

| 해설 | $XX'(어머니) \times X'Y(아버지) \rightarrow XX', X'X', XY, X'Y$ 이므로, 적록 색맹인 딸($X'X'$)이 태어날 확률은 $\frac{1}{4}$ (=25 %)이다.

채점 기준	배점
(1) 외할머니, 어머니를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	50 %
어머니만 포함하여 옳게 서술한 경우	20 %
(2) 25 %라고 쓴 경우	50 %

07 | 모범 답안 | 아들은 모두 적록 색맹이고, 딸은 모두 보인자이다.

| 해설 | $X'X'(어머니) \times XY(아버지) \rightarrow XX', X'Y$ 이다.

채점 기준	배점
아들과 딸의 적록 색맹 여부를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
아들과 딸 중 하나만 옳게 서술한 경우	50 %

VI 에너지 전환과 보존

01 | 역학적 에너지 전환과 보존

p. 89

01 | 모범 답안 | (가)에서는 운동 에너지가 위치 에너지로 전환되고, (나)에서는 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다.

채점 기준	배점
(가), (나)에서 에너지 전환 과정을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
(가), (나) 중 에너지 전환 과정을 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

02 | 모범 답안 | 감소한 위치 에너지=증가한 운동 에너지이므로

$$(9.8 \times 2)N \times (10 - 7.5)m = \frac{1}{2} \times 2 \text{ kg} \times v^2 \text{에서 } v = 7 \text{ m/s이다.}$$

| 해설 | 공기 저항을 무시할 때 역학적 에너지는 보존되므로 위치 에너지가 감소한 만큼 운동 에너지가 증가한다.

채점 기준	배점
물체의 속력을 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	100 %
물체의 속력만 옳게 쓴 경우	50 %

03 | 모범 답안 | B점에서의 위치 에너지=O점에서의 운동 에너지=(9.8×2)N $\times h=196 \text{ J}$ 이다. 따라서 $h=10 \text{ m}$ 이다.

| 해설 | A점과 B점(최고점)에서의 역학적 에너지는 A점과 B점에서의 위치 에너지와 같고, O점(최저점)에서의 역학적 에너지는 O점에서의 운동 에너지와 같다. 역학적 에너지는 보존되므로 A점과 B점에서의 위치 에너지는 O점에서의 운동 에너지와 같은 196 J이다.

채점 기준	배점
B점의 높이를 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	100 %
B점의 높이만 옳게 쓴 경우	50 %

04 | 모범 답안 | (1) A=D<B<C

(2) A=B=C=D

(3) 운동 에너지는 감소한 높이에 비례하므로 B점과 C점에서 공의 운동 에너지의 비는 (1-0.6)m : 1 m = 2 : 5이다.

| 해설 | (1) 운동 에너지는 감소한 높이에 비례하므로 감소한 높이가 클수록 운동 에너지가 크다.

채점 기준	배점
(1) 운동 에너지의 크기를 옳게 비교한 경우	30 %
(2) 역학적 에너지의 크기를 옳게 비교한 경우	30 %
(3) 운동 에너지의 비를 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	40 %
운동 에너지의 비만 옳게 쓴 경우	20 %

05 | 모범 답안 | (1) B

(2) B → A 구간, B → C 구간

(3) A → B 구간, C → B 구간

채점 기준	배점
(1) 운동 에너지가 최대인 지점을 옳게 쓴 경우	20 %
운동 에너지가 위치 에너지로 전환되는 구간을 모두 쓴 경우	40 %
(2) 운동 에너지가 위치 에너지로 전환되는 구간을 한 가지만 쓴 경우	20 %
위치 에너지가 운동 에너지로 전환되는 구간을 모두 쓴 경우	40 %
(3) 위치 에너지가 운동 에너지로 전환되는 구간을 한 가지만 쓴 경우	20 %



02 전기 에너지의 발생과 전환

p. 90

- 01 | 모범 답안 | 코일이 회전하면 코일을 통과하는 자기장이 변하여 코일에 유도 전류가 흐르므로 전구에 불이 켜진다.

채점 기준	배점
코일을 통과하는 자기장이 변하여 유도 전류가 흐르기 때문이라고 서술한 경우	100 %
유도 전류가 흐르기 때문이라고만 서술한 경우	60 %

- 02 | 모범 답안 | 연료의 화학 에너지가 수증기의 열에너지로 전환되고, 발전기에서 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환된다.

채점 기준	배점
제시된 용어를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
제시된 용어 중 두 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	60 %
제시된 용어 중 한 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	30 %

- 03 | 모범 답안 | 전기 에너지를 열에너지로 전환하여 이용하는 기구이다.

채점 기준	배점
에너지 전환 과정을 옳게 서술한 경우	100 %
그 외의 경우	0 %

- 04 | 모범 답안 | 30일 동안 컴퓨터의 사용 전력량 = $600 \text{ W} \times 3 \text{ h} \times 30 \text{ 일} = 54000 \text{ Wh} = 54 \text{ kWh}$ 이다. 이때 1 kWh당 전기 요금이 100원이므로 전기 요금 = $54 \text{ kWh} \times 100 \text{ 원/kWh} = 5400 \text{ 원}$ 이다.

채점 기준	배점
풀이 과정과 함께 전기 요금을 옳게 구한 경우	100 %
전기 요금만 옳게 구한 경우	50 %

- 05 | 모범 답안 | 에너지가 전환되는 과정에서 일부는 다시 사용할 수 없는 열에너지의 형태로 전환되어 우리가 유용하게 사용할 수 있는 에너지가 점점 줄어들기 때문이다.

채점 기준	배점
에너지가 전환되는 과정에서 열에너지가 발생하여 유용한 에너지가 점점 줄어들기 때문이라고 서술한 경우	100 %
유용한 에너지가 점점 줄어들기 때문이라고만 서술한 경우	50 %

- 06 | 모범 답안 | 공기 저항이나 마찰에 의해 빗방울의 역학적 에너지의 일부가 열에너지 등으로 전환되어 역학적 에너지가 감소하기 때문이다.

채점 기준	배점
공기 저항이나 마찰에 의해 역학적 에너지의 일부가 열에너지 등으로 전환되어 역학적 에너지가 감소했기 때문이라고 서술한 경우	100 %
역학적 에너지가 감소했기 때문이라고만 서술한 경우	50 %

- 07 | 모범 답안 | 열에너지 = 처음의 위치 에너지 - 나중의 운동 에너지 = $(9.8 \times 6) \text{ N} \times 10 \text{ m} - \frac{1}{2} \times 6 \text{ kg} \times (10 \text{ m/s})^2 = 288 \text{ J}$

| 해설 | 마찰이나 공기 저항이 있으면 역학적 에너지가 보존되지 않는다.

채점 기준	배점
열에너지를 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	100 %
열에너지만 옳게 쓴 경우	50 %

VII 별과 우주

01 별

p. 91

- 01 | 모범 답안 | (1) 연필까지의 거리가 가까워지면 시차가 커지고, 연필까지의 거리가 멀어지면 시차가 작아진다.
(2) 시차와 물체까지의 거리는 반비례 관계이다.

채점 기준	배점
(1) 연필까지의 거리에 따른 시차를 옳게 서술한 경우	50 %
(2) 시차와 물체까지의 거리가 반비례 관계임을 서술한 경우	50 %

- 02 | 모범 답안 | 지구가 공전하고 있기 때문에 연주 시차가 나타나며, 별까지의 거리가 멀수록 연주 시차가 작아진다.

| 해설 | 연주 시차는 지구가 공전하면서 지구의 공전 궤도 양쪽 끝에서 별을 관측할 때 나타나는 시차의 $\frac{1}{2}$ 이다. 공전 궤도의 양쪽 끝에서 관찰하므로 6개월 간격으로 관측한다.

채점 기준	배점
연주 시차가 나타나는 까닭을 지구의 공전으로 서술하고, 별까지의 거리와 연주 시차의 관계를 옳게 서술한 경우	100 %
연주 시차가 나타나는 까닭만 옳게 서술한 경우	50 %

- 03 | 모범 답안 | 종이판에 비친 빛의 밝기에 영향을 준 요인은 거리이고, 밝기는 거리의 제곱에 반비례한다.

| 해설 | 관측되는 빛의 밝기는 광원에서 방출되는 빛의 양과 광원으로부터 관측자까지의 거리의 영향을 받는다. 주어진 실험에서 두 손전등이 방출하는 빛의 양이 같고, 종이판까지의 거리가 다르므로 종이판에 비친 빛의 밝기는 거리의 영향을 받는다.

채점 기준	배점
밝기에 영향을 준 요인과 밝기와 거리의 관계를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
밝기에 영향을 준 요인만 옳게 서술한 경우	50 %

- 04 | 모범 답안 | 별 A가 별 B보다 약 2.5배 밝다.

| 해설 | 등급이 작을수록 밝은 별이고, 1등급 차는 약 2.5배의 밝기 차이가 난다.

채점 기준	배점
별의 밝기 차를 이용하여 별 A와 B의 밝기를 옳게 비교하여 서술한 경우	100 %
별의 밝기 차를 언급하지 않고, 별 A가 별 B보다 밝다고만 서술한 경우	50 %

- 05 | 모범 답안 | (1) 별 C

(2) 절대 등급은 변하지 않으므로 -2등급이고, 겉보기 등급은 7등급이 된다.

| 해설 | (1) 실제로 가장 밝은 별은 절대 등급이 가장 작은 별 C이다.

(2) 절대 등급은 별까지의 거리가 달라져도 변하지 않는다. 겉보기 등급은 현재보다 10배 멀어지면 밝기는 $\frac{1}{10^2} = \frac{1}{100}$ 로 어두워지고, 등급 차는 5등급 차이가 나므로 7등급(=2등급 + 5등급)이 된다.



채점 기준		배점
(1)	별 C를 옳게 쓴 경우	50 %
(2)	절대 등급과 겉보기 등급의 변화를 모두 옳게 서술한 경우	50 %
	절대 등급과 겉보기 등급 중 한 가지의 변화만 옳게 서술한 경우	25 %

06 | 모범 답안 | (1) 별 B

(2) 별 A, 표면 온도가 높을수록 별의 색이 파란색을 띠기 때문이다.

| 해설 |

별	겉보기 등급	절대 등급	색	겉보기 등급 - 절대 등급
A	-1.0	0.5	청백색	-1.5
B	0.3	0.3	황색	0.0
C	1.8	9.5	적색	-7.7

(1) (겉보기 등급 - 절대 등급)의 값이 클수록 멀리 있는 별이므로 별 C가 가장 가까운 거리에 있고, 별 B가 가장 먼 거리에 있다.

(2) 표면 온도가 높은 별은 파란색에 가깝고 표면 온도가 낮은 별은 붉은색에 가까우므로 표면 온도를 비교하면 $C < B < A$ 이다.

채점 기준		배점
(1)	별 B를 옳게 쓴 경우	50 %
(2)	별 A를 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %
	별 A만 쓴 경우	25 %

02 | 은하와 우주

p. 92

01 | 모범 답안 | (가) 구상 성단, (나) 산개 성단, 성단을 이루는 별의 수는 (가) 성단에 (나) 성단에 비해 훨씬 많고, 별의 표면 온도는 (가) 성단에 비해 (나) 성단이 높다.

| 해설 | (가) 구상 성단을 이루는 별들은 주로 붉은색을 띠고, (나) 산개 성단을 이루는 별들은 주로 파란색을 띤다.

채점 기준		배점
(가)와 (나) 성단의 종류를 옳게 쓰고, 성단을 이루는 별의 수와 표면 온도를 옳게 비교하여 서술한 경우		100 %
(가)와 (나) 성단의 종류를 옳게 쓰고, 성단을 이루는 별의 수나 표면 온도 중 한 가지만 옳게 비교하여 서술한 경우		70 %
(가)와 (나) 성단의 종류만 옳게 쓴 경우		40 %

02 | 모범 답안 | (가) 성운은 성간 물질이 주변의 별빛을 흡수하여 가열되면서 스스로 빛을 내는 성운이고, (나) 성운은 성간 물질이 주변의 별빛을 반사하여 밝게 보이는 성운이다.

| 해설 | (가)는 방출 성운이고, (나)는 반사 성운이다.

채점 기준		배점
제시된 용어를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우		100 %
제시된 용어를 포함하여 (가)와 (나) 중 한 가지만 옳게 서술한 경우		50 %

03 | 모범 답안 | (1) 우리은하에서 태양계의 위치는 ㉠이고, 우리은하를 옆에서 보면 중심부가 약간 볼록하고 납작한 원반 모양이다.

(2) 우리은하는 막대 나선 은하에 속하고, ㉠ 위치에는 산개 성단이 주로 분포하고, ㉡ 위치에는 구상 성단이 주로 분포한다.

| 해설 | (1) 태양계는 우리은하 중심에서 약 8500 pc 떨어진 나선팔에 위치하고 있다.

(2) 허블은 외부 은하를 모양을 기준으로 타원 은하, 막대 나선 은하, 정상 나선 은하, 불규칙 은하로 분류하였다.

채점 기준		배점
(1)	태양계의 위치와 우리은하를 옆에서 본 모습을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
(2)	두 가지 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	25 %
	막대 나선 은하와 ㉠, ㉡에 분포하는 성단의 종류를 모두 옳게 서술한 경우	50 %
(2)	두 가지 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	25 %

04 | 모범 답안 | 성간 물질에 의해 뒤에서 오는 별빛이 가로막혔기 때문이다.

| 해설 | 은하수는 우리은하에 속한 지구에서 우리은하를 바라본 모습으로, 성간 물질에 의해 뒤에서 오는 별빛이 가로막혀 군데군데 검게 보이는 부분이 나타난다.

채점 기준		배점
	성간 물질을 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
	별빛이 가로막혀서라고만 서술한 경우	50 %

05 | 모범 답안 | • 공통점 : (가)와 (나) 은하는 모두 나선팔이 있다.

• 차이점 : (가)는 둥근 모양의 은하 중심부에서 나선팔이 뻗어 나오는 모양이고, (나)는 막대 모양의 은하 중심부의 양쪽 끝에서 나선팔이 뻗어 나오는 모양이다.

| 해설 | (가)는 정상 나선 은하이고, (나)는 막대 나선 은하이다. (가)와 (나)는 모두 나선팔이 있지만, 중심부의 모양이 다르다.

채점 기준		배점
	공통점과 차이점을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
	공통점과 차이점 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

06 | 모범 답안 | 대폭발 우주론(빅뱅 우주론), 현재에도 우주는 계속 팽창하고 있다.

채점 기준		배점
	이론의 이름과 우주의 크기 변화를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
	두 가지 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

07 | 모범 답안 | • 긍정적 영향 : 우주 과학과 관련된 직업이 생겼다. 우주 탐사 기술을 이용한 다양한 생활용품이 개발되었다. 인공위성을 이용하여 생활이 편리해졌다. 등

• 부정적 영향 : 우주 쓰레기가 생겨 인공위성이나 우주 탐사선에 피해를 줄 수 있다.

채점 기준		배점
	긍정적 영향과 부정적 영향을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
	두 가지 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %

VIII 과학기술과 인류 문명**01 과학기술과 인류 문명**

p. 93

- 01 | 모범 답안 |** 과학 원리를 발견하고, 이를 이용한 기술의 발달과 기기의 발명으로 인류 문명이 발전하게 되었다.

채점 기준	배점
과학기술과 인류 문명의 발전에 대해 제시된 용어를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
제시된 용어 세 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	75 %
제시된 용어 두 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	50 %

- 02 | 모범 답안 |** (1) 코페르니쿠스

(2) 경험 중심의 과학적 사고를 중요시하게 되었다.

채점 기준	배점
(1) 과학자의 이름을 옳게 쓴 경우	50 %
(2) 태양 중심설이 인류의 가치관에 미친 영향을 옳게 서술한 경우	50 %

- 03 | 모범 답안 |** 항생제의 개발로 질병을 치료할 수 있게 되면서 인류의 평균 수명이 늘어났다.

채점 기준	배점
항생제가 인류 문명에 미친 영향을 옳게 서술한 경우	100 %
인류의 평균 수명이 늘어났다고만 서술한 경우	70 %
질병을 치료할 수 있게 되었다고만 서술한 경우	50 %

- 04 | 모범 답안 |** 활판 인쇄술이 발달하면서 책의 대량 생산과 보급이 가능해져 지식과 정보가 빠르게 확산되어 과학 혁명이 일어날 수 있었다. 현재에는 전자책이 출판되어 많은 양의 책을 저장하고 검색하기 쉬워졌다.

채점 기준	배점
제시된 용어를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
제시된 용어 중 세 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	75 %
제시된 용어 중 두 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	50 %

- 05 | 모범 답안 |** (1) (가) 생명 공학 기술, (나) 정보 통신 기술

(2) (가) 유전자 재조합 기술, 세포 융합, 바이오 의약품, 바이오칩 등 (나) 증강 현실, 가상 현실, 전자 결제, 언어 번역, 생체 인식, 웨어러블 기기, 홈 네트워크 등

채점 기준	배점
(1) (가), (나) 기술을 각각 옳게 쓴 경우	40 %
(2) 각 기술을 활용한 예를 두 가지씩 옳게 서술한 경우	60 %
각 기술을 활용한 예를 한 가지씩만 옳게 서술한 경우	30 %

- 06 | 모범 답안 |** 공학적 설계, 경제성, 안전성, 편리성, 환경적 요인, 외형적 요인 등을 고려해야 한다.

채점 기준	배점
공학적 설계라고 쓰고, 고려해야 할 점 두 가지를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
공학적 설계라고 쓰고, 고려해야 할 점 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50 %
공학적 설계만 쓴 경우	30 %

