차 례

★ 빠른 정답 02

Ⅰ 생명 과학의 이해

A 생물의 특성 05
B 생명 과학의 특성과 탐구 방법 11

Ⅱ 사람의 물질대사

C 생명 활동과 에너지 16
D 기관계의 통합적 작용 21
E 물질대사와 건강 26

Ⅲ 항상성과 몸의 조절

F 자극의 전달 29
G 근수축 운동 38
H 신경계 44
I 항상성 유지 50
J 질병과 병원체 56
K 우리 몸의 방어 작용 60

Ⅳ 유전

L 염색체와 세포 주기 67
M 세포 분열 73
N 사람의 유전 79
O 사람의 유전병 89

Ⅴ 생태계와 상호 작용

P 생태계의 구성과 기능 95
Q 개체군 99
R 군집 103
S 에너지 흐름과 물질의 순환 110
T 생물의 다양성 116

Special 내신+수능 대비 단원별 TEST

A 생물의 특성 120
B 생명 과학의 특성과 탐구 방법 121
C 생명 활동과 에너지 123
D 기관계의 통합적 작용 125
E 물질대사와 건강 127
F 자극의 전달 128
G 근수축 운동 131
H 신경계 132
I 항상성 유지 134
J 질병과 병원체 136
K 우리 몸의 방어 작용 138
L 염색체와 세포 주기 140
M 세포 분열 142
N 사람의 유전 144
O 사람의 유전병 147
P 생태계의 구성과 기능 150
Q 개체군 151
R 군집 153
S 에너지 흐름과 물질의 순환 155
T 생물의 다양성 158

자이스토리 개념 생명과학 Ⅰ 빠른 정답 찾기

Ⅰ 생명 과학의 이해

A 생물의 특성

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

수능 대비 기출 문제

01 ④ 02 ⑤ 03 ⑤ 04 ③ 05 ④ 06 ⑤ 07 ③

B 생명 과학의 특성과 탐구 방법

01 ⑤ 02 ① 03 ⑤ 04 ③ 05 ③ 06 ② 07 ⑤ 08 ②
09 ③ 10 ② 11 (라) → (나) → (가) → (다) → (마) 12 ④
13 ③ 14 (1) ㉠: 대조군, ㉡: 실험군 (2) 해설 참조 15 ③
16 (1)~(2) 해설 참조 17 ① 18 ② 19 ②

수능 대비 기출 문제

01 ⑤ 02 ⑤ 03 ④ 04 ④ 05 ③ 06 ②

Ⅱ 생명 활동과 에너지

C 생명 활동과 에너지

01 ③ 02 ④ 03 해설 참조 04 ⑤ 05 ① 06 (1) A: 산소, B: 이산화 탄소, C: ATP (2) 해설 참조 07 ④ 08 ② 09 ④
10 ③ 11 ㉠ 12 ③ 13 ③ 14 ⑤ 15 ① 16 ④ 17 ⑤
18 ④

수능 대비 기출 문제

01 ③ 02 ④ 03 ⑤ 04 ④

D 기관계의 통합적 작용

01 ④ 02 ⑤ 03 ⑤ 04 ② 05 ④ 06 ⑤ 07 ⑤ 08 ②
09 유레이스 10 ⑤ 11 ④ 12 ④ 13 ③ 14 ③ 15 ④
16 ④ 17 ⑤ 18 해설 참조 19 ④

수능 대비 기출 문제

01 ⑤ 02 ④ 03 ④ 04 ⑤

E 물질대사와 건강

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

수능 대비 기출 문제

01 ⑤ 02 ③ 03 ② 04 ④

Ⅲ 항상성과 몸의 조절

F 자극의 전달

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

수능 대비 기출 문제

01 ③ 02 ④ 03 ⑤ 04 ⑤ 05 ③ 06 ① 07 ① 08 ①
09 ②

G 근수축 운동

01 ③ 02 ① 03 (1) ㉠: 액틴 필라멘트, ㉡: 마이오신 필라멘트 (2) B 04 ④ 05 (1) ㉠: 액틴 필라멘트, ㉡: 마이오신 필라멘트 (2) 해설 참조 06 ④ 07 ③ 08 ① 09 ④ 10 ① 11 ⑤
12 ① 13 ② 14 ③ 15 ④

수능 대비 기출 문제

01 ③ 02 ⑤ 03 ① 04 ④ 05 ⑤ 06 ②

H 신경계

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

수능 대비 기출 문제

01 ④ 02 ① 03 ① 04 ②

I 항상성 유지

01 ⑤ 02 (1) A: 뇌하수체 전엽, B: 갑상샘, C: 부신 속질, D: 이자 (2) A: 생장 호르몬, 갑상샘 자극 호르몬, 부신 겉질 자극 호르몬, B: 티록신, C: 에피네프린, D: 인슐린, 글루카곤
03 ④ 04 해설 참조 05 ③ 06 ② 07 ② 08 ④ 09 ④
10 ④ 11 ① 12 ③ 13 ⑤ 14 ⑤ 15 ④ 16 ③ 17 ⑤
18 ① 19 (1) A: 열 발생량, B: 열 발산량 (2)~(3) 해설 참조

수능 대비 기출 문제

01 ④ 02 ③ 03 ③ 04 ② 05 ② 06 ① 07 ③

J 질병과 병원체

01 ③ 02 ② 03 ① 04 ④ 05 ④ 06 ⑤ 07 ④
08 (1) A: 말라리아, B: 결핵, C: 무좀 (2) 해설 참조 09 ① 10 ⑤
11 ⑤ 12 ②

수능 대비 기출 문제

01 ④ 02 ② 03 ④ 04 ⑤

K 우리 몸의 방어 작용

01 ⑤ 02 ④ 03 ⑤ 04 ③ 05 ④ 06 ③ 07 ④ 08 ③
09 ⑤ 10 ③ 11 ③ 12 (1)~(2) 해설 참조 13 ② 14 ①
15 ④ 16 B형 17 ⑤ 18 ①

수능 대비 기출 문제

01 ① 02 ④ 03 ③ 04 ③ 05 ④ 06 ① 07 ①

Ⅳ 유전

L 염색체와 세포 주기

01 ② 02 ③ 03 해설 참조 04 ③ 05 ③ 06 ① 07 ③
08 ④ 09 ③ 10 (1)~(2) 해설 참조 11 ④ 12 ② 13 ③
14 ④ 15 ① 16 ④ 17 ③

수능 대비 기출 문제

01 ② 02 ⑤ 03 ① 04 ③ 05 ① 06 ① 07 ①

M 세포 분열

01 ① 02 ③ 03 ④ 04 ② 05 ㉠: 말기, ㉡: 중기 06 ①
07 ① 08 ① 09 ① 10 (1) ㉠: 4, ㉡: 2, ㉢: 1 (2) 해설 참조
11 ① 12 ③ 13 ③ 14 ③ 15 ③ 16 (1) (가), (다) (2) 해설 참조 17 ④ 18 ② 19 (1) Ⅰ=㉢, Ⅱ=㉠, Ⅲ= ㉣, Ⅳ=㉡ (2) 5 20 ④

수능 대비 기출 문제

01 ① 02 ③ 03 ① 04 ① 05 ⑤ 06 ①

N 사람의 유전

01 ⑤ 02 ④ 03 (가): 집단 조사, (나): 가계도 분석 04 ③
05 ① 06 ② 07 ③ 08 ⑤ 09 (1) 우성 형질 (2) 상염색체 유전 (3) 2, 3, 4, 6, 9 10 ③ 11 (1) 구성원 1 (2)~(3) 해설 참조
12 ② 13 ① 14 ⑤ 15 ③ 16 ④ 17 ② 18 ④ 19 ①
20 ②

수능 대비 기출 문제

01 ① 02 ① 03 ③ 04 ③ 05 ⑤ 06 ⑤ 07 ⑤ 08 ②
09 ④

O 사람의 유전병

01 ㉠: 21, ㉡: 47 02 ⑤ 03 ① 04 (1) ㉠: 남성, ㉡: 클라인펠터 증후군 (2) 해설 참조 05 ① 06 ⑤ 07 ②
08 ② 09 ② 10 ④ 11 ① 12 (1)~(2) 해설 참조 13 ④
14 ⑤ 15 ③

수능 대비 기출 문제

01 ② 02 ④ 03 ② 04 ③ 05 ② 06 ⑤

Ⅴ 생태계와 상호 작용

P 생태계의 구성과 기능

01 ⑤ 02 ③ 03 ⑤ 04 ③ 05 ⑤ 06 ③ 07 해설 참조
08 ④ 09 ⑤ 10 온도 11 ③ 12 ③ 13 해설 참조
14 (가): 온도, (나), 물, (다): 토양 15 ① 16 해설 참조 17 ⑤
18 ① 19 ③

수능 대비 기출 문제

01 ③ 02 ① 03 ⑤ 04 ③

Q 개체군

01 ③ 02 ⑤ 03 ③ 04 (1) A형: 굴, B형: 사람 (2) 해설 참조
05 ③ 06 ③ 07 ① 08 해설 참조 09 ① 10 ④ 11 ③
12 ①

수능 대비 기출 문제

01 ① 02 ⑤ 03 ③

R 군집

01 ② 02 ④ 03 ① 04 ⑤ 05 ㉠: 삼림, ㉡: 사막 06 ⑤
07 ③ 08 ④ 09 ② 10 ① 11 ⑤ 12 ② 13 ②
14 해설 참조 15 ③ 16 ① 17 ① 18 ① 19 ④ 20 ①
21 ⑤

수능 대비 기출 문제

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

S 에너지 흐름과 물질의 순환

01 ② 02 ① 03 ③ 04 ⑤ 05 ⑤ 06 해설 참조 07 ①
08 ③ 09 ③ 10 ② 11 ⑤ 12 해설 참조 13 ④ 14 ②
15 ⑤ 16 ④

수능 대비 기출 문제

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

T 생물의 다양성

01 ③ 02 ② 03 ② 04 ③ 05 ④ 06 ③ 07 ④ 08 ②
09 ① 10 ① 11 ④ 12 ③ 13 ① 14 ② 15 해설 참조
16 ③

수능 대비 기출 문제

01 ③ 02 ① 03 ④ 04 ①

Special 내신+수능 대비 단원별 TEST

A 생물의 특성

01 ① 02 ② 03 ④ 04 ③ 05 ⑤ 06 ③ 07 적응 08 ④
09 ③

B 생명 과학의 특성과 탐구 방법

01 ⑤ 02 ② 03 ④ 04 해설 참조 05 ③ 06 ④ 07 ②
08 ② 09 ② 10 ③

C 생명 활동과 에너지

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

D 기관계의 통합적 작용

01 ② 02 (1) 요소 (2) 해설 참조 03 ③ 04 ① 05 ③ 06 ②
07 ⑤ 08 ⑤ 09 ③ 10 ③ 11 ⑤

E 물질대사와 건강

01 ④ 02 ② 03 당뇨병 04 ③ 05 ④ 06 해설 참조
07 ④ 08 ⑤

F 자극의 전달

01 (1) A: 가지 돌기, B: 신경 세포체, C: 축삭 돌기, D: 랑비에 결절, E: 말이집 (2) 해설 참조 02 ④ 03 ⑤ 04 ① 05 ④ 06 ④
07 ② 08 ② 09 ③ 10 ① 11 (1) A: 시냅스 소포, B: 수용체 (2) 해설 참조 12 ①

G 근수축 운동

01 ㉠: 근육 섬유, ㉡: 근육 원섬유 02 ①
03 (1) ㉠: 마이오신 필라멘트, ㉡: 액틴 필라멘트 (2) ⓐ: A대, ⓑ: H대, ⓒ: I대 (3) 해설 참조 04 ③ 05 ⑤ 06 ③ 07 ①

H 신경계

01 ⑤ 02 ⑤ 03 (1) 해설 참조 (2) A: 연수, B: 간뇌 (3) 해설 참조
04 ④ 05 ③ 06 (1) A: 감각 신경, B: 감각 신경, C: 연합 신경, D: 운동 신경, E: 운동 신경, F: 연합 신경 (2) 해설 참조 07 ③
08 ③ 09 ⑤ 10 ② 11 ④ 12 ③

I 항상성 유지

01 ③ 02 (1) (가): 음성 피드백, (나): 길항 작용 (2) 글루카곤 (3) 해설 참조 03 ⑤ 04 ② 05 ② 06 ④ 07 ① 08 ①
09 ③ 10 ③ 11 ① 12 (1) 간뇌의 시상 하부 (2)~(3) 해설 참조

J 질병과 병원체

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

K 우리 몸의 방어 작용

01 ④ 02 (1) 히스타민 (2) (가) → (다) → (나) (3) 해설 참조 03 ③
04 ③ 05 ③ 06 ⑤ 07 ④ 08 ⑤ 09 해설 참조 10 ④
11 ③

L 염색체와 세포 주기

01 ③ 02 ② 03 ② 04 ② 05 ③ 06 ⑤ 07 ① 08 ③
09 ⑤ 10 ③ 11 해설 참조 12 ①

M 세포 분열

01 (다) → (가) → (나) → (라) → (마) 02 ② 03 (1) G_2기 (2) 해설 참조 04 ④ 05 ② 06 ② 07 ① 08 ④ 09 ③
10 ③ 11 해설 참조 12 ②

N 사람의 유전

01 ① 02 ③ 03 (1)~(3) 해설 참조 04 ① 05 ⑤
06 (1)~(2) 해설 참조 07 ④ 08 ⑤ 09 해설 참조 10 ⑤
11 ② 12 ③

O 사람의 유전병

01 ⑤ 02 ② 03 ⑤ 04 ④ 05 ④ 06 ② 07 ⑤
08 전좌 09 낫 모양 적혈구 빈혈증 10 ② 11 ④

P 생태계의 구성과 기능

01 ④ 02 ② 03 ② 04 ② 05 해설 참조 06 ③
07 (1) A (2) 해설 참조 08 ⑤ 09 ①

Q 개체군

01 (1) A: 이론적 생장 곡선, B: 실제 생장 곡선 (2) 해설 참조 02 ①
03 ② 04 ③ 05 해설 참조 06 ③ 07 ③ 08 ①

R 군집

01 ⑤ 02 ② 03 ④ 04 ② 05 ② 06 ③ 07 ④ 08 ①
09 ③ 10 ② 11 ⑤ 12 해설 참조

S 에너지 흐름과 물질의 순환

01 ① 02 에너지 효율 03 해설 참조 04 ③ 05 ③ 06 ①
07 ③ 08 ② 09 ③ 10 뿌리혹박테리아, 아조토박터
11 해설 참조 12 ② 13 ③ 14 ④

T 생물의 다양성

01 ④ 02 ② 03 ② 04 ① 05 ⑤ 06 ⑤ 07 ① 08 ③
09 ④

A 생물의 특성

내신 대비 필수 문제 문제편 14~18p

01 정답 ① * 생물의 특성

| 문제+자료 분석 |

- **생물의 특성**: '세포로 구성된다.', '물질대사가 일어난다.', '자극에 대해 반응하고 항상성이 있다.', '발생과 생장을 한다.', '생식과 유전을 한다.', '환경에 적응하고 진화한다.'가 있다.

| 선택지 분석 |

① 생물을 구성하는 기본 단위는 조직이 아닌 세포이다.
② 생물은 종족을 유지하기 위해 분열법, 출아법, 생식세포의 수정 등 다양한 방법으로 자신과 닮은 자손을 만드는 생식을 한다.
③ 효소에 의한 물질대사가 일어나 생물에 필요한 물질을 합성하고 에너지를 얻는다.
④ 생물은 서식하는 환경에 적합하게 몸의 구조와 기능, 행동 양식 등을 변화시켜 적응한다.
⑤ 생물은 외부 환경과 무관하게 체온, 체내 수분량, 혈당량 등의 체내 환경을 일정하게 유지하려는 항상성을 가진다.

02 정답 ⑤ * 생물의 특성 ····· [정답률 96%]

| 문제+자료 분석 |

- 자벌레는 나뭇가지 모양과 색깔이 비슷하여 포식자의 눈에 잘 띄지 않아 생존에 유리하다. 이것은 생물의 특성 중 적응과 진화에 해당한다.

| 선택지 분석 |

① 항상성은 체내 · 외 환경 변화에 관계없이 체내 상태를 일정하게 유지하는 것이다.
② 물질대사는 생명체 내에서 일어나는 화학 반응을 의미한다.
③ 수정란이 세포 분열과 분화 과정을 거쳐 하나의 개체가 되기까지의 과정을 발생이라 하고, 어린 개체가 세포 분열을 통해 성체가 되는 것을 생장이라 한다.
④ 생물이 자신과 닮은 자손을 낳는 것을 생식이라 하고, 생식 결과 생긴 자손의 부모를 닮는 것을 유전이라 한다.
⑤ 적응은 생물이 서식하는 환경에 맞추어 몸의 구조, 형태, 습성 등이 변화하는 과정이고, 진화는 여러 세대를 거쳐 특정 유전자 비율이 달라지는 것을 말한다.

03 정답 ④ * 생물의 특성

| 문제+자료 분석 |

- ㉠: 거미가 진동을 감지하여 먹이를 향해 다가가는 것은 자극에 대한 반응에 해당한다.

| 선택지 분석 |

① 개구리 알이 올챙이를 거쳐 개구리가 되는 것은 발생과 생장에 해당한다.
② 효모가 포도당을 분해하여 에너지를 얻는 것은 물질대사에 해당한다.
③ 엄마가 적록 색맹이면 아들도 적록 색맹인 것은 유전에 해당한다.
④ 지렁이에게 빛을 비추면 어두운 곳으로 이동하는 것은 자극에 대한 반응에 해당한다.
⑤ 사막여우는 귀가 크고 몸집이 작으며, 북극여우는 귀가 작고 몸집이 큰 것은 적응과 진화에 해당한다.

04 정답 ① * 생물의 특성 ····· [정답률 93%]

| 문제+자료 분석 |

- **생물의 특성**: 세포로 구성, 발생과 생장, 물질대사, 자극에 대한 반응, 항상성 유지, 생식과 유전, 적응과 진화 등이 있다.
- **(가)**: 강아지는 생물이므로 생물의 특성을 모두 만족시킨다.
- **(나)**: 강아지 로봇은 생물이 아니므로 생물의 특성을 모두 만족시키지는 못한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 강아지 (가)는 생물이며, 생물은 환경 변화를 자극으로 받아들이고, 그 자극에 적절히 반응하여 생명을 보호한다.
ㄴ. 강아지 로봇 (나)는 생물이 아니며, 몸이 세포로 구성되어 있지 않다.
ㄷ. 물질대사는 생물체 내에서 일어나는 모든 화학 반응으로 효소가 관여한다. 생물인 강아지 (가)에서는 물질대사가 일어나지만, 생물이 아닌 강아지 로봇 (나)에서는 물질대사가 일어나지 않는다.

05 정답 ① * 생물의 특성

| 문제+자료 분석 |

- ㉠: 세포 호흡은 포도당이 산소와 반응하여 물과 이산화 탄소로 분해되면서 에너지를 얻는 과정이며, 이는 물질대사에 해당한다.
- ㉡: 혈액에 포함된 혈당량은 외부 환경이 변화해도 일정한 범위를 벗어나지 않는데, 이를 항상성이라고 한다.

| 선택지 분석 |

① ㉠은 물질대사, ㉡은 항상성에 해당한다.

06 정답 ⑤ * 생물의 특성

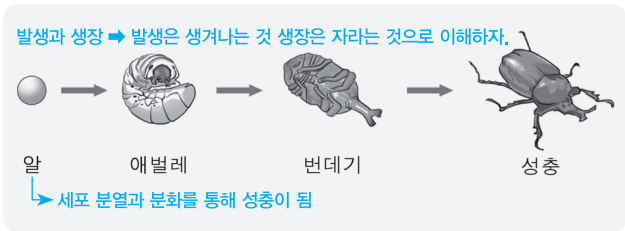
| 문제+자료 분석 |

- 서식지에 따라 펭귄의 특징이 다른 것은 생물의 특성 중 적응과 진화에 해당한다.

| 선택지 분석 |

① 한 개체인 아메바가 분열하여 두 개체로 증식하는 것은 생물의 특성 중 생식에 해당한다.
② 벼가 빛에너지를 흡수하여 양분을 합성하는 것은 광합성 작용이며, 물질대사에 해당한다.
③ 운동을 하면 근육에서 운동 에너지를 만들어내기 위해 포도당을 분해하는 것은 세포 호흡(이화 작용)이며, 물질대사에 해당한다.
④ 사람이 물을 많이 마시면 체내 삼투압에 변화가 생기지 않도록 오줌을 통해 많은 양의 물을 몸 밖으로 내보내는데, 이는 생물의 특성 중 항상성에 해당한다.
⑤ 사막과 같은 건조한 환경에서 수분이 증발하지 않도록 잎이 가시로 변한 선인장은 생물의 특성 중 적응과 진화에 해당한다.

07 정답 ① * 생물의 특성 ····· [정답률 95%]



| 문제+자료 분석 |

- **발생**: 장수풍뎅이의 알이 성충이 되는 것처럼 다세포 생물에서 수정란이 세포 분열과 분화를 통해 조직과 기관 등을 가진 하나의 개체가 되는 과정이다.
- **생장**: 장수풍뎅이가 자라듯 어떤 개체가 체세포 분열을 통해 세포 수가 증가하여 그 크기가 커지는 과정이다.

| 선택지 분석 |

① 개구리의 수정란이 올챙이를 거쳐 성체가 되는 과정은 발생과 생장의 예이다.
② 어머니가 적록 색맹이면 아들도 적록 색맹인 것은 유전의 예이다.
③ 소나무가 빛에너지를 흡수하여 양분을 합성하는 것은 물질대사의 예이다.
④ 플라나리아가 빛을 받으면 어두운 곳으로 이동하는 것은 자극에 대한 반응의 예이다.
⑤ 살충제를 지속적으로 살포하면 살충제 저항성 모기의 비율이 증가하는 것은 진화의 예이다.

08 정답 ③ * 화성 생명체 탐사 실험

| 문제+자료 분석 |

- 이 실험은 화성 토양에 광합성을 하는 생물이 있는지를 알아보기 위한 실험으로, 생물의 특성 중에서 물질대사를 이용하는 실험이다.

| 선택지 분석 |

① 생물은 종족을 유지하기 위해 자신과 닮은 자손을 만드는 생식을 하지만, 이 실험에서 생물의 존재를 알기 위한 특성으로는 부적합하다.
② 생물은 서식하는 환경에 적합하도록 구조, 행동 양식이 변화하는 적응을 하지만, 이 실험에서는 적응이 일어날 정도의 충분한 시간을 주지 않았다.
③ '생물은 물질대사를 한다.'라는 생물의 특성을 이용한 실험이다.
④ 모든 생물은 생물을 구성하는 구조적 단위이자 생명 활동이 일어나는 기능적 단위인 세포로 구성되어 있지만, 이 실험을 통해서는 세포의 유무를 확인할 수 없다.
⑤ 생물은 빛, 온도, 소리, 접촉 등과 같은 자극을 감지하고 이에 대해 적절하게 반응하지만, 이 실험에서는 자극에 대한 반응을 관찰할 수 없다.

09 핵심 키워드: 세포, 단세포 생물

모범 답안 (다) 모든 생물은 세포로 이루어져 있다.

| 문제+자료 분석 |

- 모든 생물이 여러 개의 세포로 이루어진 것은 아니며, 사람처럼 여러 세포로 이루어진 다세포 생물도 있으나 대장균과 아메바처럼 하나의 세포로 이루어진 단세포 생물도 있다.

*** 채점 기준**

옳지 않은 설명을 고쳐 쓰고, 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
옳지 않은 설명을 고치기만 한 경우	50 %

10 핵심 키워드: 항상성, 수분량, 혈당량

모범 답안 항상성, (가)에서 물을 마시고 체내 수분량이 많아지면 오줌을 다량 배설해 체내 수분량을 정상 수치로 낮추어 항상성을 유지하고, (나)에서 밥을 먹은 후 체내 혈당량이 높아지면 포도당을 글리코젠으로 합성해 혈당량을 정상 수치로 낮추어 항상성을 유지한다.

*** 채점 기준**

생물의 특성을 쓰고, 특성과 (가), (나) 현상을 연관지어 모두 옳게 서술한 경우	100 %
생물의 특성만 쓴 경우	30 %

11 정답 ① * 생물의 특성 ····· [정답률 89%]

| 문제+자료 분석 |

- **(가)**: 진동은 자극, 거미가 먹이에게 다가가는 것은 반응에 해당한다. 따라서 (가)는 자극에 대한 반응이다.
- **(나)**: 짚신벌레가 이분법으로 증식하는 것은 생식에 해당한다. 생식은 생물이 종족을 유지하기 위해 자신과 닮은 자손을 만드는 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 자극에 대한 반응, (나)는 생식이다.
ㄴ. 모든 생물은 세포로 구성되어 있다. 따라서 ㉠(거미)은 세포로 구성되어 있다.
ㄷ. 미모사의 잎을 건드리는 것은 자극, 잎이 접히는 것은 반응이다. '미모사의 잎을 건드리면 잎이 접힌다.'는 (나)(자극에 대한 반응)의 예이다.

12 정답 ⑤ * 생물의 특성 ····· [정답률 94%]

| 문제+자료 분석 |

- 코알라는 다른 동물보다 더 긴 맹장과 소화관을 가지고 있어 음식물을 더 오랫동안 장에 머물게 한다. 따라서 코알라는 유칼리툽스의 잎을 먹기에 적합하다. 이는 생물의 특성 중 적응과 진화에 해당한다.

| 선택지 분석 |

① 올챙이가 자라면 개구리가 되는 것은 발생과 생장에 해당한다.
② 무더운 여름에 땀을 많이 흘리는 것은 항상성에 해당한다.
③ 새끼 거위들이 부모 거위를 닮는 것은 생식과 유전에 해당한다.
④ 식물의 줄기가 빛이 있는 쪽으로 굽어 자라는 것은 자극에 대한 반응에 해당한다.
⑤ 고산 지대에 사는 사람이 낮은 지대에 사는 사람보다 적혈구 수가 많은 것은 적응과 진화에 해당한다.

13 정답 ② * 생물과 바이러스의 특성 ····· [정답률 74%]

| 문제+자료 분석 |

- 대장균과 박테리오파지는 모두 유전 물질을 가지므로 ㉠은 'O'이다. 대장균은 세포 분열을 할 수 있지만 박테리오파지는 세포 분열을 하지 못한다. 따라서 A는 박테리오파지, B는 대장균이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 'O'이다.
ㄴ. A는 박테리오파지, B는 대장균이다.
ㄷ. 물질대사는 생물의 체내에서 일어나는 모든 화학 반응이며, 생물은 물질대사를 통해 생명 활동에 필요한 물질과 에너지를 얻는다. 따라서 B(대장균)는 스스로 물질대사를 한다.

14 정답 ③ * 바이러스의 증식 ····· [정답률 83%]

| 문제+자료 분석 |

- 박테리오파지는 단백질 껍질 속에 DNA(㉠)가 들어 있는 구조로 되어있다.
- **증식 과정**: 박테리오파지가 숙주인 세균을 감염시키면 박테리오파지의 DNA(㉠)가 숙주 세포 안으로 주입된다. ➡ 숙주 세포 안에서 박테리오파지의 DNA가 복제되고, 단백질을 합성하여 새로운 파지를 만든다. ➡ 새로운 파지가 숙주 세포 밖으로 방출된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 DNA이다.
ㄴ. 박테리오파지는 단백질을 합성하는 세포 소기관인 리보솜이 없다. 따라서 단백질을 합성하지 못해 물질대사에 필요한 효소를 만들지 못하므로 스스로 물질대사가 불가능하다.
ㄷ. 박테리오파지는 단백질 껍질을 가지며, 세균은 단백질로 구성된 효소를 가지므로 단백질을 가진다. 따라서 박테리오파지와 세균은 모두 단백질을 가진다.

15 정답 ③ * 바이러스의 특성

| 문제+자료 분석 |

- 바이러스는 유전 물질인 핵산과 단백질 껍질로 구성되며, 생물적 특성과 비생물적 특성을 함께 가진다.

| 선택지 분석 |

① 바이러스는 세포막이 없어 세포의 구조를 가지지 못한다.
② 바이러스는 유전 물질인 핵산을 가지고 있어 증식 과정에서 유전이 일어난다.
③ 바이러스는 효소가 없으므로 독립적으로 물질대사를 할 수 없다. 바이러스의 물질대사에는 숙주의 효소가 필요하다.
④ 바이러스는 유전 물질인 핵산을 가지고 있어 증식 과정에서 돌연변이가 일어난다.
⑤ 바이러스는 독립적으로 물질대사를 할 수 없어 숙주 세포 밖에서는 단백질 결정체로 존재한다.

16 정답 돌연변이

| 문제+자료 분석 |

- 바이러스 치료제에 저항성을 가지는 바이러스가 나타나는 것과 변형된 조류 독감 바이러스가 나타난 것은 둘 다 바이러스의 유전자에 돌연변이가 일어났기 때문이다.
- 돌연변이로 인해 기존에 존재하지 않던 형질인 바이러스 치료제에 저항성을 가진 바이러스와 변형된 조류 독감 바이러스가 출현하게 되었다.

17 정답 ③ * 생물과 바이러스 비교

| 문제+자료 분석 |

- (가)는 대장균, (나)는 담배 모자이크 바이러스이다.
- 대장균은 생물이므로 생물의 모든 특성이 나타난다. 바이러스는 유전 물질과 단백질 껍질을 가진다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 대장균은 생물이므로 생물이 가지는 특성 중에서 자손에게 어버이의 형질을 전달하는 유전 현상이 나타난다.
ㄴ. 바이러스는 세균보다 크기가 훨씬 작다. 따라서 담배 모자이크 바이러스(나)는 대장균 (가)보다 크기가 작다.
ㄷ. 대장균과 담배 모자이크 바이러스는 모두 유전 물질을 가진다.

18 정답 ④ * 바이러스의 특성

| 문제+자료 분석 |

- (가): 단백질 껍질과 핵산으로 이루어져 있고 세포막과 리보솜 등의 세포 소기관을 가지고 있지 않은 바이러스이다.
- (나): 세포막과 세포 소기관을 가진 백혈구이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 바이러스는 세포 구조가 아니므로 세포막이 없고, 숙주 밖에서는 독립적으로 물질대사를 할 수 없어 단백질 결정체 상태로 존재하게 된다.
ㄴ. 백혈구는 세포 구조로, 효소를 가지고 있어 스스로 물질대사를 할 수 있다.
ㄷ. 바이러스와 백혈구는 모두 유전 물질인 핵산을 가지고 있어 유전과 돌연변이가 일어난다.

19 정답 ⑤ * 세균과 바이러스의 특징 ····· [정답률 77%]

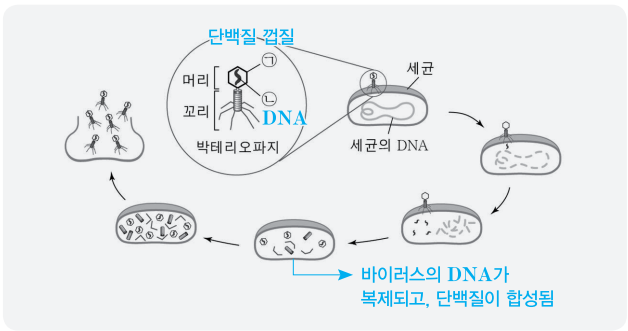
| 문제+자료 분석 |

- (가): '세포로 구성'은 B에는 없고 A에만 있는 특징이다. 따라서 A는 세균이고, B는 박테리오파지이다.
- (나): 단백질 껍질 속에 핵산이 들어 있는 구조를 가진 박테리오파지이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (나)와 B는 모두 박테리오파지이다.
ㄴ. 세균과 박테리오파지는 모두 핵산을 갖는다. 따라서 '핵산이 있음'은 세균(A)과 박테리오파지(B)가 공통으로 갖는 특징 ㉠에 해당한다.
ㄷ. 생물인 세균(A)은 효소가 있어 스스로 물질대사를 할 수 있지만, 박테리오파지(B)는 자체적으로 가지는 효소가 없으므로 스스로 물질대사를 하지 못한다. 따라서 '스스로 물질대사를 할 수 없음'은 세균(A)에는 없고, 박테리오파지(B)에만 있는 특징 ㉡에 해당한다.

20 정답 ⑤ * 바이러스의 구조와 증식 과정 ····· [정답률 70%]



| 문제+자료 분석 |

- 박테리오파지는 단백질(㉠) 껍질 속에 DNA(㉡)가 들어 있는 구조로 되어 있다.
- **박테리오 파지의 증식 과정**: 박테리오파지가 숙주인 세균을 감염시키면 박테리오파지의 유전 물질(DNA)이 숙주 세포 안으로 주입된다. ➡ 숙주 세포 안에서 바이러스의 유전 물질(DNA)이 복제되고, 단백질을 합성하여 새로운 파지를 만든다. ➡ 새로운 파지가 숙주 세포 밖으로 방출된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 박테리오파지의 DNA(㉡)를 둘러싸고 있는 단백질 껍질이다.
ㄴ. 박테리오파지는 바이러스이므로 세포 구조를 가지지 않는다.
ㄷ. 박테리오파지가 숙주 세포인 세균 내에서 증식하는 과정에서 자신의 DNA를 복제하고, 단백질을 합성하는 과정에서 세균의 효소를 이용한다.

21 정답 ① * 생물과 바이러스의 특성 ····· [정답률 74%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠: 유전 물질을 가지고 있다. ➡ 대장균(A), 박테리오파지(B), 시금치(C)
- ㉡: 광합성으로 양분을 합성한다. ➡ 시금치(C)
- ㉢: 스스로 물질대사를 할 수 있다. ➡ 대장균(A), 시금치(C)

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 대장균이다. '유전 물질을 가지고 있다.'는 특징 ㉠과 '스스로 물질대사를 할 수 있다.'는 특징 ㉢을 가진다.

ㄴ. B는 박테리오파지로 세포 구조로 되어 있지 않다.

ㄷ. 특징 ㉡은 '광합성으로 양분을 합성한다.'로 시금치만이 가지고 있는 특징이다.

내신 1등급 문제 문제편 18p

22 정답 ④ * 생물과 비생물

| 문제+자료 분석 |

- **짚신벌레**: 하나의 세포로 이루어진 단세포 생물이다.
- **바이러스**: 단백질 껍질과 유전 물질인 핵산으로 구성된다.
- **로봇**: 세포로 구성되어 있지 않으며, 비생물이다.

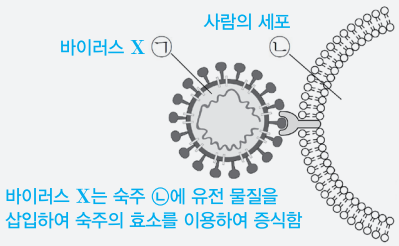
| 보기 분석 |

ㄱ. 짚신벌레는 세포 구조로 되어 있으며, 세포 분열을 통해 분열법으로 증식한다. 반면 바이러스와 로봇은 세포 구조를 가지지 않으므로 세포 분열을 통해 증식하지 못한다.

ㄴ. 바이러스는 단백질을 합성하는 세포 소기관인 리보솜이 없다. 따라서 단백질을 합성하지 못해 물질대사에 필요한 효소를 만들지 못한다.

ㄷ. 살아있는 숙주 세포 안에서 바이러스는 돌연변이가 일어난다.

23 정답 ③ * 바이러스 ····· [정답률 52%]



| 문제+자료 분석 |

- 바이러스 X(㉠)는 세포막으로 싸여 있지 않아 세포의 구조를 갖추지 못한 비세포 구조이고, 독립적으로 물질대사를 하지 못한다.
- 바이러스 X(㉠)는 유전 물질인 핵산을 가지고 있어 숙주 세포인 사람의 세포(㉡) 내에서는 물질대사를 하고, 증식할 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 바이러스는 단백질 껍질과 유전 물질로 이루어져 있으므로 유전 물질인 핵산을 가진다.

ㄴ. 사람의 세포(㉡)는 효소를 가지고 있어 물질대사가 일어난다.

ㄷ. 바이러스 X(㉠)는 세포 구조가 아니므로 세포 분열을 할 수 없다. 바이러스는 숙주 세포에 유전 물질을 삽입하여 숙주 세포의 효소를 이용하여 증식한다.

수능 대비 기출 문제 문제편 20~21p

01 정답 ④ * 생물의 특성 ····· [정답률 95%]

다음은 아프리카에 사는 어떤 도마뱀에 대한 설명이다.

> 이 도마뱀은 나뭇잎과 비슷한 외형을 갖고 있어 포식자에게 발견되기 어려우므로 나무가 많은 환경에 살기 적합하다. → 환경에 적응

이 자료에 나타난 생명 현상의 특성과 가장 관련이 깊은 것은?

① 올챙이가 자라서 개구리가 된다. → 생장
② 짚신벌레는 분열법으로 번식한다. → 생식
③ 소나무는 빛을 흡수하여 포도당을 합성한다. → 물질대사
④ 핀치새는 먹이의 종류에 따라 부리 모양이 다르다. → 적응
⑤ 적록 색맹인 어머니에게서 적록 색맹인 아들이 태어난다. → 유전

| 문제+자료 분석 |

- 나무가 많은 환경에서 도마뱀이 포식자를 피하기 위해 나뭇잎과 비슷한 외형을 가지고 있는 것은 생명 현상의 특성 중 적응에 해당한다.

| 선택지 분석 |

① 올챙이가 자라서 개구리가 되는 것은 생명 현상의 특성 중 생장에 해당한다.
② 짚신벌레가 분열법으로 번식하는 것은 생명 현상의 특성 중 생식에 해당한다.
③ 소나무가 빛을 흡수하여 포도당을 합성하는 것은 생명 현상의 특성 중 물질대사에 해당한다.
④ 핀치새가 사는 환경에 따라 먹이가 다르며, 먹이의 종류에 따라 부리의 모양이 다른 것은 생명 현상의 특성 중 적응에 해당한다.
⑤ 적록 색맹인 어머니에게서 적록 색맹인 아들이 태어나는 것은 생명 현상의 특성 중 유전에 해당한다.

02 정답 ⑤ * 생물의 특성 ····· [정답률 94%]

다음은 벌새가 갖는 생물의 특성에 대한 자료이다.

> (가) 벌새의 날개 구조는 공중에서 정지한 상태로 꿀을 빨아먹기에 적합하다. → 적응과 진화
>
>
>
> (나) 벌새는 자신의 체중보다 많은 양의 꿀을 섭취하여 ㉠ 활동에 필요한 에너지를 얻는다. → 물질대사
>
> (다) 짝짓기 후 암컷이 낳은 알은 ㉡ 발생과 생장 과정을 거쳐 성체가 된다. (생겨나고 자라는 것)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. (가)는 적응과 진화의 예에 해당한다. → 벌새의 날개 구조는 적응과 진화의 예

ㄴ. ㉠ 과정에서 물질대사가 일어난다. → 꿀을 섭취해 에너지를 얻는 것은 물질대사 과정

ㄷ. '개구리알은 올챙이를 거쳐 개구리가 된다.'는 ㉡의 예에 해당한다. → 개구리알이 성체가 되는 것은 발생과 생장의 예

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가) 적응과 진화: 환경에서 생존하기에 적합한 특성을 가지고 집단 내에서 특정 유전자 비율이 변화하는 것이다.
- (나) 물질대사: 생명 현상을 위해서 일어나는 모든 물질의 합성과 분해 과정을 뜻한다.
- (다) 발생과 생장: 수정란으로부터 하나의 개체가 태어나 성체가 되는 과정을 뜻한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 꿀을 빨아먹기에 적합한 벌새의 날개 구조를 나타낸 것이다. 생존에 적합한 방식으로 신체 구조나 생활 습성 등이 변화하는 적응과 진화의 예에 해당한다.

ㄴ. 섭취한 꿀을 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는 것은 물질대사 중 이화 작용의 예에 해당한다.

ㄷ. 개구리알이 올챙이를 거쳐 성체인 개구리가 되는 것은 발생과 생장의 예에 해당한다.

03 정답 ⑤ * 생물의 특성 ····· [정답률 92%]

표는 생물의 특성의 예를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 물질대사, 발생과 생장을 순서 없이 나타낸 것이다.

생물의 특성	예
발생과 생장 (가)	개구리 알은 올챙이를 거쳐 개구리가 된다.
물질대사 (나)	ⓐ 식물은 빛에너지를 이용하여 포도당을 합성한다.
적응과 진화	㉠

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. (가)는 발생과 생장이다.
→ 개구리는 '발생과 생장'을 통해 올챙이에서 개구리가 된다.

ㄴ. ⓐ에서 효소가 이용된다.
→ 모든 물질대사 과정에서는 효소가 사용된다.

ㄷ. '가랑잎벌레의 몸의 형태가 주변의 잎과 비슷하여 포식자의 눈에 띄지 않는다.'는 ㉠에 해당한다.
→ 가랑잎벌레는 주변의 환경에 적응하고 이에 맞춰 진화하였다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가) 발생과 생장: 다세포 생물은 세포 분열에 의한 발생과 생장을 통해 구조적, 기능적으로 완전한 개체가 된다.
- (나) 물질대사: 생명을 유지하기 위해 생물체에서 일어나는 모든 화학 반응이다.
- **적응과 진화**: 생물은 주변의 환경에 적응하고 이에 맞추어 진화한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 개구리 알은 올챙이를 거쳐 개구리가 되는 과정에서 세포 분열을 통해 조직과 기관의 분화, 세포 수의 증가가 일어나게 되므로 (가)는 발생과 생장에 해당한다.

ㄴ. ⓐ는 물질대사인 광합성이다. 생물의 물질대사 과정에는 효소가 사용된다. 효소는 반응물과 결합하여 활성화 에너지를 낮춤으로써 화학 반응을 촉진하는 작용을 한다.

ㄷ. '적응과 진화'는 생물이 주변 환경에 적응하여 생존에 유리한 방향으로 진화하는 생물만의 특성이다. 가랑잎벌레는 포식자에게 잡아먹히는 환경에서 살아남기 위하여 몸의 형태가 주변의 잎과 비슷하도록 진화한 것이므로 ㉠에 해당한다.

04 정답 ③ * 생물의 특성 ····· [정답률 92%]

표는 강아지와 강아지 로봇의 특징을 나타낸 것이다.

구분	특징
강아지 (생물)	○ ㉠ 낯선 사람이 다가오는 것을 보면 짖는다. → 자극에 대한 반응의 예 ○ 사료를 소화 · 흡수하여 생활에 필요한 에너지를 얻는다. → 물질대사의 예
강아지 로봇 (비생물)	○ 금속과 플라스틱으로 구성된다. ○ 건전지에 저장된 에너지를 통해 움직인다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. 강아지는 세포로 되어 있다.
→ 강아지를 포함한 모든 생물은 세포로 이루어짐

ㄴ. 강아지 로봇은 물질대사를 통해 에너지를 얻는다.
→ 강아지 로봇은 비생물이므로 물질대사를 통해 에너지를 얻지 않음

ㄷ. ㉠과 가장 관련이 깊은 생물의 특성은 자극에 대한 반응이다. → ㉠은 외부 자극에 적절한 반응을 나타내는 자극에 대한 반응의 예

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- ㉠: 강아지가 낯선 사람이 다가오는 것을 보는 자극에 대해 짖는다는 반응을 하는 자극에 대한 반응의 예이다.
- 사료에 포함된 영양소의 소화와 흡수한 영양소로부터 생활에 필요한 에너지를 얻는 세포 호흡 과정은 모두 물질대사 중 이화 작용의 예이다.
- 강아지 로봇은 비생물이므로 생물의 특성을 모두 만족시키지는 못한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 강아지는 생물이며, 강아지를 포함한 모든 생물은 세포로 이루어져 있다.

ㄴ. 강아지를 포함한 생물은 물질대사를 통해 생명 활동에 필요한 물질과 에너지를 얻는다. 하지만 강아지 로봇은 비생물이며 건전지를 통해 에너지를 얻는다.

ㄷ. ㉠은 강아지가 낯선 사람이 다가오는 것을 보는 자극에 대해 짖는다는 반응을 하는 자극에 대한 반응의 예이다.

05 정답 ④ * 바이러스의 특성 ····· [정답률 84%]

그림은 A가 B에서 증식하는 과정을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 대장균과 박테리오파지 중 하나이다.

A와 B에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. A는 세포 분열로 증식한다.
→ 바이러스는 세포 분열이 일어나지 않음

ㄴ. B는 대장균이다.
→ B는 바이러스가 증식하는 대장균

ㄷ. A와 B는 모두 유전 물질을 갖는다.
→ 바이러스(A)와 대장균(B)은 모두 유전 물질인 핵산을 가짐

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- A 박테리오파지: 대장균과 같은 세균에 기생하여 살아가는 바이러스로, 유전 물질인 핵산과 이를 둘러싸고 있는 단백질 껍질로 이루어져 있다.
- B 대장균: 세균의 일종으로 세포로 이루어져 있으며, 분열을 통해 증식한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 세포 구조를 가지지 않는 박테리오파지이므로, 세포 분열을 통해 증식할 수 없다. 바이러스는 숙주 세포에서 숙주 세포의 효소를 이용하여 증식하는데, 이는 세포 분열과 다르다는 것을 기억해야 한다.

ㄴ. B는 대장균으로, 박테리오파지가 침투하여 증식할 수 있게 하는 숙주 세포이다.

ㄷ. 그림에서 박테리오파지는 대장균에 붙어 유전 물질을 전달하고, 대장균의 체내에서 유전 물질이 복제되어 증식한다는 것을 알 수 있다. 박테리오파지와 대장균 모두 유전 물질로 핵산을 가진다.

06 정답 ⑤ * 생물과 바이러스의 특징 ····· [정답률 80%]

다음은 푸른곰팡이와 인플루엔자 바이러스에 대한 자료이다.

- 플레밍은 세균을 배양하던 접시에서 ㉠푸른곰팡이 주위에 세균이 자라지 못하는 것을 관찰하였다. – 페니실린의 발견 과정
- 독감은 ㉡인플루엔자 바이러스에 의하여 발병하며 백신을 접종하여 예방할 수 있다. – 바이러스는 세포 구조로 되어 있지 않음

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. ㉠으로부터 페니실린이 발견되었다.
→ 푸른곰팡이를 이용하여 항생제인 페니실린 발견

ㄴ. ㉡은 스스로 물질대사를 하지 못한다.
→ ㉡은 바이러스이므로 스스로 물질대사 불가

ㄷ. ㉠과 ㉡은 모두 유전 물질을 가진다.
→ 푸른곰팡이와 인플루엔자 바이러스는 모두 유전 물질을 가짐

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 푸른곰팡이: 세포 구조이다.
- ㉡ 인플루엔자 바이러스: 비세포 구조이다.

| 보기 분석 |

주의

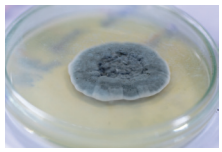
ㄱ. 푸른곰팡이(㉠)에 의해 세균이 자라지 못하는 것을 이용하여 항생제인 페니실린을 발견하였다. 페니실린은 세균의 세포벽 생성을 억제하여 세균이 증식하지 못하게 한다.

ㄴ. 바이러스(㉡)는 자신의 효소가 없어서 스스로 물질대사를 하지 못하고 숙주 세포의 효소를 이용할 때만 증식할 수 있다.

ㄷ. 푸른곰팡이는 생물인 균계이므로 유전 물질을 가지고, 바이러스는 자신만의 유전 물질을 가진다.

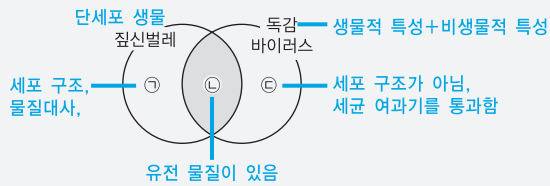
* 푸른곰팡이

푸른곰팡이는 페니실린이라는 물질을 만든다. 페니실린은 병을 일으키는 세균을 없애는 성질을 가지고 있기 때문에 폐렴, 뇌막염 등의 병을 치료할 수 있다.



07 정답 ③ * 생물과 바이러스의 비교 ····· [정답률 89%]

그림은 짚신벌레와 독감 바이러스의 공통점과 차이점을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. '세포로 되어 있다.'는 ㉠에 해당한다.
→ 바이러스는 세포가 아니므로 짚신벌레만 가지는 특징 ㉠

ㄴ. '핵산을 가지고 있다.'는 ㉡에 해당한다.
→ 짚신벌레와 독감 바이러스 모두 핵산을 가지고 있으므로 공통의 특징 ㉡

ㄷ. '독립적으로 물질대사를 한다.'는 ㉢에 해당한다.
→ 독립적인 물질대사는 짚신벌레만의 특징 ㉠

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- **짚신벌레**: 단세포 생물이다.
- **독감 바이러스**: 생물적 특성과 비생물적 특성을 모두 가진다.
- **짚신벌레와 바이러스의 공통점**: 유전 물질(핵산)을 가지고 있고, 적응과 진화를 한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 짚신벌레는 세포 구조로 되어 있으나 독감 바이러스는 세포 구조로 되어 있지 않다. 따라서 '세포로 되어 있다.'는 짚신벌레가 바이러스와 다른 특징인 ㉠이 될 수 있다.

ㄴ. 짚신벌레와 독감 바이러스는 둘 다 유전 물질을 가진다. 따라서 '핵산을 가지고 있다.'는 짚신벌레와 독감 바이러스의 공통적인 특징인 ㉡이 될 수 있다.

ㄷ. 바이러스는 효소를 가지고 있지 않기 때문에 독립적으로 물질대사를 할 수 없다. 따라서 숙주 세포에 침입해서 물질대사를 수행한다.
바이러스는 핵산을 가지고 있지만 스스로 생명 활동을 할 수 없으므로 생물체가 아니라는 사실을 기억해야 한다. 함정

* 바이러스의 생물적 특성과 비생물적 특성

생물적 특성	• 유전 물질인 핵산(DNA 또는 RNA)을 가진다. • 살아 있는 세포 내에서 물질대사를 하고 자기 증식이 가능하다. • 자기 증식 과정에서 돌연변이가 일어나 진화한다.
비생물적 특성	• 세포 형태를 갖추지 못한 비세포 단계이다. • 효소를 만들지 못해 스스로 물질대사 불가능하다. • 숙주 세포 밖에서는 증식할 수 없기 때문에 단백질 결정체로 존재한다.

B 생명 과학의 특성과 탐구 방법

내신 대비 필수 문제 문제편 26~30p

01 정답 ⑤ * 생명 과학의 특성

| 문제+자료 분석 |

- 생명 과학은 생명체의 특성과 다양한 생명 현상을 연구하는 학문이다.
- 생명의 본질을 밝히고, 그 성과를 인류의 생존과 복지에 응용하는 종합적인 학문이다.

| 선택지 분석 |

① 생명의 본질을 밝히는 것뿐만 아니라 질병의 치료, 환경 문제 해결 등 인류의 생존과 복지 향상에 기여하는 것도 목적으로 한다.
② 심리학, 공학 등 다양한 학문과 연계하여 생명 공학, 생물 정보학, 법의학 등 융합적으로 발달한다.
③ 생명 과학에서는 분자, 세포, 조직, 기관, 개체, 개체군, 군집, 생태계 등 생명 현상과 관련된 모든 단계를 연구 대상으로 한다.
④ 다른 과학 분야의 원리와 이론을 받아들여 분자 물리학, 생화학 등과 같이 통합적으로 발달하므로, 물리학과 화학의 발달은 생명 과학의 발달에도 영향을 준다.
⑤ 세포의 생명 현상과 구조를 연구하는 세포학, 생물의 분류와 체계 수립 및 생물 계통을 연구하는 분류학 등 연구 대상에 따라 다양한 분야로 나누어진다.

02 정답 ① * 생명 과학 분야

| 문제+자료 분석 |

- ㉠: 세포학은 생명 과학의 세부 분야 중 하나로 생명체의 기본 단위인 세포의 구조와 세포 안에서의 생명 현상을 연구한다.
- ㉡: 생태학은 생물 사이의 관계와 생물을 둘러싼 환경과의 상호 작용 등을 연구하는 생명 과학의 세부 분야이다.

| 선택지 분석 |

① 분류학은 생물의 특징을 기록하고 특정 기준에 따라 나누어 정리하여 생물의 계통을 밝히는 학문이며, 생리학은 기관, 조직, 세포 내 물질 등 다양한 수준에서 생명체의 기능과 그 조절 과정을 분석하는 학문이다.

03 정답 ⑤ * 생명 과학의 특성 ····· [정답률 88%]

| 문제+자료 분석 |

- 생명 과학은 생명 현상을 이해하고, 이를 종합하여 그 원리를 탐구하는 학문이며, 다른 과학 분야의 원리, 이론을 받아들여 통합적으로 발달하고 있다.

| 선택지 분석 |

A. 생명 과학은 다양한 생명 현상을 연구하는 학문이다.
B. 생명 과학의 세부 분야로는 세포학, 유전학, 생리학, 분류학 등이 있다.
C. 생명 과학은 물리학, 화학, 수학, 정보학 등 다른 학문 분야의 연구 결과물의 영향을 받아 통합적으로 발달하고 있다.

04 정답 ③ * 생명 과학의 특성 ····· [정답률 86%]

| 문제+자료 분석 |

- 생명 과학은 DNA, 단백질 등 분자 수준에서부터 군집, 생태계까지 다양한 범위의 생명 현상을 통합적으로 연구하는 학문이다.

| 선택지 분석 |

A. 생태학은 지구상에 살고있는 생물들의 상호 관계 및 생물과 환경의 관계를 연구하는 학문으로 생명 과학의 세부 분야 중 하나이다.
B. 사람 유전체 사업은 생명 과학, 정보학, 물리학, 공학 등이 연계되어 사람이 가진 모든 DNA 염기 서열을 분석하였다.
C. 생명 과학은 생물의 특성과 다양한 생명 현상을 연구하는 학문으로 생명의 본질을 밝힐 뿐 아니라 질병, 환경 문제, 기후 변화 문제 해결 등 인류의 복지에 응용하는 학문이다.

05 정답 ③ * 생명 과학의 특성 ····· [정답률 86%]

| 문제+자료 분석 |

- 생명 과학은 생명체의 특성과 다양한 생명 현상을 연구하는 학문이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 생명 과학에서는 생물을 구성하는 분자에서부터 생태계에 이르기까지 다양한 범위의 대상을 통합적으로 연구한다.
ㄴ. 생명 과학의 성과는 인류의 생존과 복지 향상에 기여한다.
ㄷ. 생명 과학은 다른 학문 분야와 많은 영향을 주고받으며 발달하고 있다. 연계된 학문 분야로는 화학, 물리학, 의학, 심리학 등 다양한 분야가 있다.

06 정답 ② * 생명 과학의 통합적 특성 ····· [정답률 91%]

| 문제+자료 분석 |

- 생명 과학은 생명체의 특성과 다양한 생명 현상을 연구하는 학문이다.
- 생명의 본질을 밝히고, 그 성과를 인류의 생존과 복지에 응용하는 종합적인 학문이다.

| 선택지 분석 |

A. 스마트폰 등에 이용되는 생체 인식 보안 시스템 개발에 생명 과학 기술이 활용된다.
B. 유전자 분석을 통해 유전자의 성질이나 개수, 염색체와의 위치 등을 알아낼 수 있다. 따라서 유전자 분석을 통해 6 · 25 전사자 유해를 가족 품으로 돌려보낸 것은 생명 과학 기술을 활용한 사례이다.
C. 인공지능 뿐 아니라 심리학 분야도 생명 과학과 연계된다.

* 생명 과학의 통합적 특성

생명 과학은 화학, 물리학, 통계학, 컴퓨터 과학, 법학, 의학 등 다양한 학문과 연계되면서 여러 통합 학문이 발달하였다. 그에 대한 예로 생화학, 분자 생물학, 생명 공학, 생물 통계학, 법의학, 생물 정보학 등이 있다.

07 정답 ⑤ * 생명 과학의 탐구 방법 ····· [정답률 80%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 관찰을 바탕으로 수집한 자료를 종합하고 규칙성을 찾아 결론을 내렸으므로 귀납적 탐구 방법이다.
- (나): 자연 현상에서 문제를 인식하고 가설을 세워 이를 실험적으로 검증하여 결론을 내렸으므로 연역적 탐구 방법이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 귀납적 탐구 방법, (나)는 연역적 탐구 방법이다.
ㄴ. B는 의문에 대한 잠정적 해답인 가설을 제시하였다.
ㄷ. 연역적 탐구 방법에서 탐구 결과가 가설과 일치하지 않을 경우, 가설을 수정하여 탐구를 다시 수행한다.

08 정답 ② * 생명 과학의 탐구 방법 ····· [정답률 77%]

| 문제+자료 분석 |

- **(가)**: 관찰을 바탕으로 수집한 자료를 종합하고 규칙성을 찾아 결론을 내렸으므로 귀납적 탐구 방법이다.
- **(나)**: 자연 현상에서 문제를 인식하고 가설을 세워 이를 실험적으로 검증하여 결론을 내렸으므로 연역적 탐구 방법이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 귀납적 탐구 방법, (나)는 연역적 탐구 방법이다.

ㄴ. ㉠은 가설 설정, ㉡은 탐구 설계 및 수행 단계이다. ⓐ는 귀납적 탐구 방법에서 관찰에 해당한다.

ㄷ. 대조 실험은 탐구 수행에서 객관적인 실험을 위해 대조군을 설정하여 실험군과 비교하는 것이다. 대조 실험은 ㉡(탐구 설계 및 수행)에서 수행한다.

* 연역적 탐구 과정

관찰 및 문제 인식	자연 현상이나 사물의 관찰 과정에서 의문을 가진다.
가설 설정	의문에 대한 잠정적인 답인 가설을 세운다.
탐구 설계 및 수행	가설을 검증하기 위해 탐구를 설계하고 수행한다.
결과 정리 및 해석	실험 결과를 분석하여 경향성과 규칙성을 알아낸다. 가설이 옳지 않은 경우 가설을 수정하여 새로운 탐구를 설계한다.
결론 도출	가설이 타당하다고 검증되면 결론을 도출한다.
일반화	이론이나 학설로 인정받으면 일반화된다.

09 정답 ③ * 생명 과학의 탐구 방법 ····· [정답률 81%]

| 문제+자료 분석 |

- 귀납적 탐구 방법 (가)는 실험을 통해 검증하기 어려운 주제를 탐구하는 방법이고, 연역적 탐구 방법 (나)는 실험을 통해 가설을 검증하는 탐구 방법이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 구달 박사는 침팬지 사이의 관계를 관찰하고, 관찰 사실을 바탕으로 침팬지의 행동 특성에 대한 결론을 내렸으므로 구달의 침팬지 연구는 귀납적 탐구 방법에 해당한다.

ㄴ. 가설 검증을 위한 탐구를 할 때 대조군을 설정하고 실험군과 비교하는 대조 실험을 해야 탐구 결과의 타당성과 신뢰도가 높아진다. (나)에서 대조군은 백신을 주사하지 않은 ㉠이고, 백신을 주사한 ㉡은 실험군이다.

ㄷ. 조작 변인은 실험에서 의도적으로 변화시키는 요인이고, 종속변인은 조작 변인의 영향을 받아 변하는 요인이다. (나)에서 조작 변인은 백신 주사 여부이고, 종속변인은 탄저병 발병 여부이다.

10 정답 ② * 생명 과학의 탐구 과정 ····· [정답률 72%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 탐구 설계: 가설을 검증하기 위한 탐구를 설계하는 단계로 조작 변인을 달리하여 대조군과 실험군을 설정한다.
- ㉡ 결론 도출: 실험 결과가 가설을 지지하면 일반화한 결론을 도출하고 실험 결과가 가설을 지지하지 않으면 가설을 수정하여 새로운 탐구를 진행한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 어떤 문제에 대한 잠정적인 결론인 가설을 세운 후 이를 검증하는 탐구를 진행하는 방법이므로 연역적 탐구 방법이다.

ㄴ. ㉠은 가설을 검증하기 위한 탐구를 설계하는 단계이다.

ㄷ. 대조군과 실험군은 탐구를 설계하는 ㉠에서 설정한다.

11 정답 (라)→(나)→(가)→(다)→(마)

| 문제+자료 분석 |

- **(라)**: 각기병에 걸린 닭이 나은 것을 보고 문제를 인식한 과정이다. 자연 현상을 관찰하며 의문점을 가지는 것이 연역적 탐구의 시작이다.
- **(나)**: 인식한 문제에 대한 잠정적인 답인 가설을 세우는 과정이다.
- **(가)**: 대조군과 실험군으로 나누어 실험을 계획하고 실시(탐구 설계, 수행)하는 과정이다. 비교하고자 하는 요인을 변화시키지 않은 대조군을 두고 비교함으로써 실험군에서 검증하려던 요인의 영향을 명확히 판단할 수 있다.
- **(다)**: 탐구 결과 과정으로, 실험 결과를 통합하고 분석하여 가설이 옳은지 옳지 않은지를 확인하는 사고 과정을 거쳐야 한다.
- **(마)**: 실험 결과를 토대로 결론을 내리는 과정이다.

12 정답 ④ * 연역적 탐구 과정의 탐구 수행

| 문제+자료 분석 |

- 귀납적 탐구는 관찰한 사실을 종합하여 결론을 내리며, 연역적 탐구는 인식한 문제를 해결하기 위해 가설을 설정하고 그 가설이 옳은지 여부를 실험을 통해 확인한다.
- (가)에는 가설 설정 단계가 있으므로 이 탐구는 연역적 탐구 방법이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 통제 변인은 실험군과 대조군에 동일하게 유지해 주는 변인이다. 올챙이를 키우는 두 수조의 크기를 동일하게 하였으므로 수조의 크기는 통제 변인에 해당한다.

ㄴ. 조작 변인은 의도적으로 변화시키는 요인이며 종속변인은 조작 변인에 의해 나타나는 결과이다. 두 수조의 차이인 포식자의 유무는 조작 변인에 해당하며, 그 결과인 올챙이의 활동 시간과 생장률은 종속변인에 해당한다.

ㄷ. 이 탐구에서는 가설을 설정하고 그에 따라 대조 실험으로 가설을 증명하였으므로 연역적 탐구 과정이다.

13 정답 ③ * 연역적 탐구 방법 ····· [정답률 82%]

| 문제+자료 분석 |

- (가)는 관찰 및 문제 인식, 가설 설정 단계, (나)는 탐구 설계 및 탐구 수행, (다)는 결과 분석이다.
- 가설 설정 단계가 있으므로 이 탐구는 연역적 탐구 방법이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (나)에서 집단 Ⅰ에만 균류 A를 첨가하고, 집단 Ⅱ에는 균류 A를 첨가하지 않았으므로 집단 Ⅰ은 실험군, 집단 Ⅱ는 대조군이다.

ㄴ. 조작 변인은 대조군과 달리 실험군에서 의도적으로 변화시키는 변인이고, 종속변인은 조작 변인의 영향을 받아 변하는 요인이다. 이 탐구 과정에서 조작 변인은 균류 A의 첨가 여부이고, 종속변인은 잎의 손상률이므로 ㉠은 종속변인이다.

ㄷ. 잎의 손상률은 집단 Ⅰ에서가 집단 Ⅱ에서보다 더 낮으므로 균류 A가 있는 집단 Ⅰ에서가 집단 Ⅱ에서보다 카카오나무 잎의 손상률이 낮다.

* 변인

독립변인	• 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 요인으로, 조작 변인과 통제 변인이 있다. • **조작 변인**: 의도적으로 변화시키는 요인이다. • **통제 변인**: 일정하게 유지시키는 요인이다.
종속변인	조작 변인에 따라 변화되는 요인으로, 실험 결과에 해당한다.

14 핵심 키워드: 푸른 곰팡이, 조작 변인

모범 답안 (1) ㉠은 대조군, ㉡은 실험군이다.
(2) ㉠은 푸른곰팡이를 첨가하지 않은 배양 접시이며, ㉡은 푸른곰팡이를 첨가한 배양 접시이다.

| 문제+자료 분석 |

- 푸른곰팡이에서 나온 물질이 세균 증식을 억제했을 것이라는 가설을 검증하기 위해 두 그룹의 배양 접시 중 하나에는 푸른곰팡이를 첨가하고, 다른 하나에는 첨가하지 않고 세균의 증식을 알아보는 실험을 진행해야 한다.
- 실험 결과가 가설을 지지하여 푸른곰팡이에서 나온 물질이 세균 증식을 억제했을 것이라고 결론을 내렸으므로 세균이 증식한 ㉠은 푸른곰팡이를 첨가하지 않은 배양 접시이고, 세균이 증식하지 않은 ㉡은 푸른곰팡이를 첨가한 배양 접시이다.

15 정답 ③ * 생명 과학의 탐구 과정 ····· [정답률 69%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 백신을 주사했을 때의 예방 효과에 대한 잠정적인 결론을 도출한 것으로 가설을 설정한 것이다.
- (나): 집단 A는 ㉠을 주사한 실험군, B는 ㉠을 주사하지 않은 대조군이다.
- (다): 독성이 강한 탄저균은 통제 변인으로 집단 A와 B에 모두 주사한다.
- (라): 탐구 결과를 분석하는 단계로 집단 B에서만 탄저병이 발생한다면 가설을 지지하는 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 연역적 탐구 방법은 어떤 문제에 대한 잠정적인 결론인 가설을 세운 후 이를 검증하는 탐구를 진행하는 방법이다. (가)에서 ㉠을 양에게 주사하면 탄저병 예방 효과가 있을 것이라는 가설을 설정했으므로 연역적 탐구 방법이 이용되었다.
ㄴ. ㉠의 주사 여부는 조작 변인에 해당한다. 종속변인은 조작 변인의 영향을 받아 변하는 변인으로 실험의 결과에 해당한다.
ㄷ. (나)에서 ㉠을 주사하지 않은 집단 B가 대조군이다.

문제 풀이 Tip
귀납적 탐구 방법에는 연역적 탐구 방법과 달리 가설 설정 단계가 없다.

16 핵심 키워드: 가설, 탐구 설계 및 수행

모범 답안 (1) 가설을 검증하기 위해 탐구를 설계하고 수행한다.
(2) 새로운 가설을 다시 설정한다.

| 문제+자료 분석 |

- 연역적 탐구 과정은 사실을 관찰하여 생성한 의문에 대한 잠정적인 가설을 설정한 후 이를 검증하기 위한 탐구를 계획 및 수행하고 자료를 해석하는 과정을 포함한다.
- 자료 해석 단계에서 탐구 결과가 가설을 지지하지 않을 경우 새로운 가설을 수립하여 단계를 반복한다.

＊채점 기준

(1)	가설 검증, 탐구 설계 및 수행을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
	탐구 설계 및 수행만 포함하여 옳게 서술한 경우	70 %
(2)	새로운 가설을 설정해야 한다고 옳게 서술한 경우	100 %
	가설을 설정한다고만 서술한 경우	50 %

내신 1등급 문제 문제편 30p

B

17 정답 ① * 생명 과학의 탐구 방법 ····· [정답률 68%]

| 문제+자료 분석 |

- 연역적 탐구 방법 (가)에는 가설 설정 단계가 있지만 귀납적 탐구 방법 (나)에는 가설 설정 단계가 없다.
- (가)에서 조작 변인은 탄저병 백신 접종 여부이고, 종속변인은 탄저병 발병 여부이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 가설은 의문에 대한 잠정적인 답으로 ㉠은 가설 설정 단계에 해당한다.
ㄴ. 실험군은 인위적으로 실험 조건을 변경한 집단이고, 대조군은 실험군과 비교하기 위해 실험 조건을 변화시키지 않은 집단이다. ㉡은 탄저병 백신을 접종한 집단이므로 탄저병 백신의 효과를 알아보기 위한 실험군이다.
ㄷ. (나)는 가젤의 행동을 관찰하고, 관찰한 사실을 바탕으로 가젤의 뜀뛰기 행동의 규칙성을 찾아냈으므로 귀납적 탐구 방법의 사례이다.

18 정답 ② * 연역적 탐구 과정의 탐구 수행

| 문제+자료 분석 |

- 연역적 탐구 방법에는 가설 설정 단계가 있지만 귀납적 탐구 방법에는 가설 설정 단계가 없다.
- 문제에서 가설 설정 단계가 있으므로 연역적 탐구 방법이라는 것을 알 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 조작 변인은 연구자가 변화시켜 알아보고자 하는 변인으로, 이 실험에서 조작 변인은 일조 시간이다. 떨어진 잎의 수는 실험 결과인 종속변인에 해당한다.
ㄴ. A 그룹은 여름과 동일한 일조 시간을 유지하였으므로 대조군이고, B 그룹은 가을과 같아지도록 일조 시간을 짧게 변화시켰으므로 실험군이다.
ㄷ. 결과를 보면 A와 B에서 떨어진 잎의 수는 차이가 없었으므로, 일조 시간의 영향으로 나뭇잎이 떨어지는 것은 아니다.

19 정답 ② * 대조 실험

| 문제+자료 분석 |

- 단백질 분해 효소는 단백질을 아미노산으로 분해한다.
- 시험관 B에서만 아미노산이 검출되었으므로 배즙에 의해 달걀흰자에 있는 단백질이 아미노산으로 분해된 것임을 파악할 수 있고, 배즙에는 단백질을 분해하는 성분이 들어있다고 결론 내릴 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 배즙의 투입 여부에 따라 달걀흰자의 단백질이 분해되는지 분해되지 않는지를 알아보는 실험이므로, 배즙을 넣지 않은 시험관 A는 대조군이고, 시험관 B가 실험군이다.
ㄴ. 배즙이 달걀흰자의 단백질을 분해하는지를 알아보기 위한 실험에서는 배즙의 투입 여부가 조작 변인이며, 온도는 통제 변인으로 대조군과 동일하게 유지해야 한다. 따라서 실험군인 시험관 B의 ㉠은 '달걀흰자와 배즙'이고, 온도인 ㉡은 28 ℃이다.
ㄷ. 배즙의 투입 여부가 조작 변인이므로 그 외에 효소의 활성화에 영향을 미칠 수 있는 요인들은 대조군과 실험군에서 동일하게 유지해야 한다. 따라서 온도는 동일하게 유지하는 통제 변인이고, 달걀흰자의 분해 여부는 실험 결과로 나타나는 종속변인이다.

수능 대비 기출 문제 문제편 32~33p

01 정답 ⑤ * 생명과학의 탐구 방법 ····· [정답률 88%]

다음은 생명과학의 탐구 방법에 대한 자료이다. (가)는 귀납적 탐구 방법에 대한 사례이고, (나)는 연역적 탐구 방법에 대한 사례이다.

(가) 카로 박사는 오랜 시간 동안 가젤 영양이 공중으로 뛰어오르며 하얀 엉덩이를 치켜드는 뜀뛰기 행동을 다양한 상황에서 관찰하였다. 관찰된 특성을 종합한 결과 가젤 영양은 포식자가 주변에 나타나면 엉덩이를 치켜드는 뜀뛰기 행동을 한다는 결론을 내렸다.
→ 관찰 사실을 종합해 일반적인 원리 도출: 귀납적 탐구 방법

(나) 에이크만은 건강한 닭들을 두 집단으로 나누어 현미와 백미를 각각 먹여 기른 후 각기병 증세의 발생 여부를 관찰하였다. 그 결과 백미를 먹인 닭에서는 각기병 증세가 나타났고, 현미를 먹인 닭에서는 각기병 증세가 나타나지 않았다. 이를 통해 현미에는 각기병을 예방하는 물질이 들어 있다는 결론을 내렸다. → 대조 실험은 연역적 탐구 방법의 특징
(나) 조작 변인 / 종속변인

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. (가)의 탐구 방법에서는 여러 가지 관찰 사실을 분석하고 종합하여 일반적인 원리나 법칙을 도출한다.
→ (가)의 귀납적 탐구 방법은 여러 관찰 사례를 바탕으로 일반적인 법칙을 도출하는 방법

ㄴ. (나)에서 대조 실험이 수행되었다.
→ 닭을 두 집단으로 나누어 현미와 백미를 각각 먹이는 대조 실험이 수행됨

ㄷ. (나)에서 각기병 증세의 발생 여부는 종속변인이다.
→ 독립변인인 닭의 먹이에 따른 결과인 각기병 증세의 발생 여부는 종속변인

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): 가젤의 행동 양식에 대한 관찰 사실을 바탕으로 포식자에 따른 가젤의 뜀뛰기 행동을 도출한 것으로 귀납적 탐구 방법에 대한 사례이다.
- (나): 각기병 발생의 이유를 설명하기 위한 가설을 설정하고 이를 검증하기 위해 닭의 먹이를 달리한 탐구를 설계하고 수행한 연역적 탐구 방법에 대한 사례이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 귀납적 탐구 방법의 사례이다. 가젤의 행동 양식에 대한 관찰 사실을 바탕으로 포식자에 따른 가젤의 뜀뛰기 행동을 도출했기 때문이다.

ㄴ. 닭을 두 집단으로 나누어 현미와 백미를 각각 먹여 기른 후 각기병 증세 발생 여부를 확인한 대조 실험이 수행되었다.

ㄷ. (나)에서 수행한 탐구에서 닭의 먹이를 현미와 백미로 달리한 것은 조작 변인이며, 이에 따른 결과인 각기병 증세의 발생 여부는 종속변인에 해당한다.

* 독립변인과 종속변인

독립변인	• 실험 결과에 영향을 주는 요인이다. • 실험의 목적을 위해 변화시키는 조작 변인과 실험하는 동안 일정하게 유지시키는 통제 변인이 있다.
종속변인	• 조작 변인의 영향을 받아 변하는 변인이다. • 실험의 결과에 해당한다.

02 정답 ⑤ * 생물의 특성 ····· [정답률 93%]

다음은 어떤 과학자가 수행한 탐구의 일부이다.

(가) ㉠ 도마뱀 알 20개 중 10개는 27 ℃에, 나머지 10개는 33 ℃에 두었다. 알을 둔 온도를 달리함 (조작 변인=원인)

(나) ㉡ 일정 시간이 지난 후 알에서 자란 새끼가 부화하면, 알을 둔 온도별로 새끼의 성별을 확인하였다.
부화 시 새끼의 성별 (종속변인=결과)

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. ㉠은 세포로 구성된다.
→ 모든 생물은 세포로 구성

ㄴ. 알을 둔 온도는 조작 변인이다.
→ 알을 둔 온도를 달리하였으므로 알을 둔 온도가 조작 변인

ㄷ. ㉡은 생물의 특성 중 발생의 예이다.
→ 수정란이 세포 분열을 통해 완전한 하나의 개체가 되는 과정이 발생

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): 가설을 검증하기 위해 실험에서 의도적으로 변화시키는 변인이 조작 변인인데 도마뱀 알을 둔 온도를 달리하였으므로 알을 둔 온도가 조작 변인이다.
- (나): 조작 변인의 영향을 받아 변하는 변인이 종속변인인데 알을 둔 온도별로 부화 시 새끼의 성별을 확인하였으므로 부화 시 새끼의 성별이 종속변인이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 모든 생물은 세포로 이루어져 있다. 도마뱀은 여러 개의 세포로 이루어져 정교한 체제를 이루는 다세포 생물이다.

ㄴ. 가설을 검증하기 위해 실험에서 의도적이고 체계적으로 변화시키는 변인이 조작 변인이다.

ㄷ. 수정란이 세포 분열을 통해 세포 수가 증가하고, 세포의 구조와 기능이 다양해져 여러 조직과 기관을 형성함으로써 완전한 하나의 개체가 되는 과정을 발생이라 한다.

03 정답 ④ * 생명 과학의 탐구 방법 ····· [정답률 90%]

다음은 곰팡이 ㉠과 옥수수를 이용한 탐구의 일부를 순서 없이 나타낸 것이다.

(가) '㉠이 옥수수의 생장을 촉진한다.'라고 결론을 내렸다.
→ 결론 도출

(나) 생장이 빠른 옥수수의 뿌리에 ㉠이 서식하는 것을 관찰하고, ㉠이 옥수수의 생장에 영향을 미칠 것으로 생각했다.
→ 문제 인식과 가설 설정

(다) ㉠이 서식하는 옥수수 10 개체와 ㉠이 제거된 옥수수 10 개체를 같은 조건에서 배양하면서 질량 변화를 측정했다.
→ 탐구 수행

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. 옥수수에서 ㉠의 제거 여부는 ~~종속변인이다~~.
→ 옥수수에서 ㉠의 제거 여부는 조작 변인

ㄴ. 이 탐구에서는 대조 실험이 수행되었다.
→ ㉠이 제거된 옥수수를 대조군으로 설정한 대조 실험이 수행됨

ㄷ. 탐구는 (나) → (다) → (가)의 순으로 진행되었다.
→ 탐구는 (나) → (다) → (가)의 순으로 진행됨

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- **연역적 탐구 방법**: ㉠이 옥수수의 생장에 영향을 미칠 것이라고 생각한 것처럼 잠정적인 결론을 설정하고, 이 잠정적인 결론이 맞는지 검증하는 탐구 방법을 말한다.
- **대조 실험**: 실험 결과에 대한 타당성을 높이기 위해 대조군을 설정하여 실험군과 비교하는 대조 실험을 해야 한다. ㉠이 서식하는 옥수수 10개체가 실험군이라면 ㉠이 제거된 옥수수 10개체가 대조군이다.
- **조작 변인**: 옥수수에서 ㉠의 제거 여부를 다르게 하는 것처럼 탐구에서 계획에 따라 인위적으로 변화시키는 변인을 말한다.
- **종속변인**: 옥수수의 질량 변화처럼 설정한 조작 변인에 따라서 변하는 변인을 말한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 옥수수에서 ㉠의 제거 여부는 가설을 검증하기 위해 계획에 따라 인위적으로 변화시키는 조작 변인을 말한다. 종속변인은 조작 변인에 따라 변하는 옥수수의 질량 변화이다.

ㄴ. ㉠이 서식하는 옥수수를 실험군으로, ㉠이 제거된 옥수수를 대조군으로 설정하여 종속변인을 비교하는 대조 실험이 수행되었다.

ㄷ. 탐구는 문제를 인식하고 가설을 설정하는 (나)로 시작하여 실제 탐구를 수행하는 (다)를 거쳐 결론을 도출하는 (가)의 순으로 진행되었다.

04 정답 ④ * 생명 과학의 탐구 방법과 생물의 특성 ····· [정답률 85%]

다음은 어떤 과학자가 수행한 탐구이다.

(가) 서식 환경과 비슷한 털색을 갖는 생쥐가 포식자의 눈에 잘 띄지 않아 생존에 유리할 것이라고 생각했다.
→ (가)는 [가설 설정 단계] → 연역적 탐구 방법

(나) ㉠ 갈색 생쥐 모형과 ㉡ 흰색 생쥐 모형을 준비해서 지역 A와 B 각각에 두 모형을 설치했다. A와 B는 각각 갈색 모래 지역과 흰색 모래 지역 중 하나이다.
→ (나)는 [탐구 설계 및 수행 단계]

(다) A에서는 ㉠이 ㉡보다, B에서는 ㉡이 ㉠보다 포식자부터 더 많은 공격을 받았다. → (다)는 [결과 분석 단계]

(라) ⓐ 서식 환경과 비슷한 털색을 갖는 생쥐가 생존에 유리하다는 결론을 내렸다. → (라)는 [결론 도출 단계]

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. A는 갈색 모래 지역이다.
→ A는 흰색 모래 지역, B는 갈색 모래 지역

ㄴ. 연역적 탐구 방법이 이용되었다.
→ 가설이 설정되는 탐구 방법은 연역적 탐구 방법

ㄷ. ⓐ는 생물의 특성 중 적응과 진화의 예에 해당한다.
→ 서식 환경에 적응하여 생존에 유리한 것은 적응과 진화의 예

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 서식 환경과 비슷한 털색을 갖는 생쥐가 생존에 유리하다는 결론이 도출되었다는 것은 서식 환경과 비슷한 털색을 갖는 생쥐가 포식자로부터 더 적은 공격을 받은 것이다.
- 또한 서식 환경과 다른 털색을 갖는 생쥐가 포식자로부터 더 많은 공격을 받았다는 의미이다.
- 따라서 갈색 생쥐 모형(㉠)은 흰색 생쥐 모형(㉡)보다 갈색 모래 지역(B)에서 더 적은 공격을 받고 흰색 모래 지역(A)에서 더 많은 공격을 받는다.
- 흰색 생쥐 모형(㉡)은 갈색 생쥐 모형(㉠)보다 흰색 모래 지역(A)에서 더 적은 공격을 받고 갈색 모래 지역(B)에서 더 많은 공격을 받았다.
- 따라서 A는 흰색 모래 지역이고, B는 갈색 모래 지역이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 갈색 생쥐 모형(㉠)이 흰색 생쥐 모형(㉡)보다 더 많이 공격 받는 지역 A는 갈색과 색의 차이가 나는 흰색 모래 지역이며, 흰색 생쥐 모형(㉡)이 갈색 생쥐 모형(㉠)보다 더 많이 공격받는 지역 B는 흰색과 색의 차이가 나는 갈색 모래 지역이다.

ㄴ. 가설 설정 단계에 해당하는 과정 (가)가 포함되어 있으므로 연역적 탐구 방법이 이용되었다.

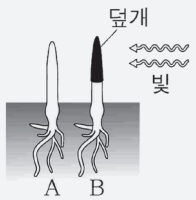
ㄷ. 서식 환경에 적응하여 비슷한 털색을 갖게 된 생쥐가 포식자의 눈에 띄지 않게 되어 생존에 유리하게 된 것은 적응과 진화의 예에 해당한다.

05 정답 ③ * 연역적 탐구 방법 ····· [정답률 84%]

다음은 어떤 학생이 수행한 탐구 활동이다.

(가) 식물의 싹이 빛을 향해 구부러져 자라는 것을 관찰하고, 싹의 윗부분에 빛의 방향을 감지하는 부위가 있다고 가설을 세웠다. 가설은 의문에 대한 답을 추측하여 내린 잠정적인 결론
➡ '가설 설정 단계'가 존재하므로 연역적 탐구 방법

(나) 암실에서 싹을 틔운 같은 종의 식물 A와 B를 꺼내 B에만 덮개를 씌워 윗부분에 빛이 닿지 못하도록 했다. → 조작 변인: 덮개 유무



(다) A와 B의 측면에서 빛을 비추고 생장 과정을 관찰했다.
→ 종속변인

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. 연역적 탐구 방법이 사용되었다.
→ 연역적 탐구 방법에는 가설 설정 단계가 있음

ㄴ. (나)에서 대조군과 실험군이 설정되었다.
→ 대조 실험은 탐구를 수행할 때 대조군을 설정하고 실험군과 비교하는 것을 의미

ㄷ. 덮개를 씌우는지의 여부는 종속변인이다.
→ 조작 변인은 덮개를 씌우는지 여부, 종속변인은 싹의 생장 과정

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가)에서 가설을 설정했으므로 이 탐구 활동은 연역적 탐구 방법이 사용되었다.
- 이 탐구 활동에서 조작 변인은 덮개의 유무, 종속변인은 싹의 생장 과정이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 연역적 탐구 방법에는 가설 설정 단계와 대조 실험 단계가 있고, 귀납적 탐구 방법에는 가설 설정 단계와 대조 실험 단계가 모두 없다.
(가)에는 가설 설정 단계가 있고, (나)에는 대조 실험 단계가 있으므로 자료의 탐구 활동에는 연역적 탐구 방법이 사용되었다.

ㄴ. (나)에는 덮개를 씌운 실험군과 덮개를 씌우지 않은 대조군이 있는 대조 실험이 설정되었다.

ㄷ. 조작 변인은 대조군과 달리 실험군에서 의도적으로 변화시키는 변인이고, 종속변인은 조작 변인의 영향을 받아 변하는 요인으로 탐구에서 측정되는 값이다. 조작 변인은 덮개의 유무, 종속변인은 싹의 생장 과정이다.

06 정답 ② * 생명 과학의 탐구 방법 ····· [정답률 77%]

다음은 어떤 학생이 수행한 탐구 과정의 일부이다.

(가) 콩에는 오줌 속의 요소를 분해하는 물질이 있을 것이라고 생각하였다. (가)는 [가설 설정 단계] → 연역적 탐구 방법

(나) 비커 Ⅰ과 Ⅱ에 표와 같이 물질을 넣은 후 BTB 용액을 첨가한다.

비커	물질
대조군 Ⅰ	오줌 20 mL + 증류수 3 mL
실험군 Ⅱ	오줌 20 mL + 증류수 1 mL + 생콩즙 2 mL

(다) 일정 시간 간격으로 Ⅰ과 Ⅱ에 들어 있는 용액의 색깔 변화를 관찰한다. (나)와 (다)는 [탐구 설계 및 수행 단계]

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. 이 탐구 과정은 ~~귀납적~~ 탐구 방법이다.
→ 가설이 설정되는 탐구 방법은 연역적 탐구 방법

ㄴ. (나)에서 대조 실험을 수행하였다.
→ 비커 Ⅰ은 대조군이고, 비커 Ⅱ는 실험군

ㄷ. 생콩즙의 첨가 유무는 ~~종속변인~~에 해당한다.
→ 생콩즙의 첨가 유무는 조작 변인

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- **조작 변인**: 탐구 결과에 영향을 미칠 수 있는 독립변인 중 대조군과 달리 실험군에서 의도적으로 변화시키는 요인으로 생콩즙(오줌 속 요소 분해 물질)의 첨가 여부가 해당된다.
- **실험군**: 실험에서 검증하려고 하는 요인을 의도적으로 변화시킨 집단으로 비커 Ⅱ(요소 분해 물질이 들어 있을 것으로 생각되는 생콩즙을 첨가)가 해당된다.
- **대조군**: 실험군과 비교하기 위해 조건을 변화시키지 않은 집단으로 비커 Ⅰ(생콩즙의 부피만큼 증류수를 첨가)이 해당된다.
- **종속변인**: 조작 변인의 영향을 받아 변하는 요인으로 오줌 속 요소의 분해 여부(용액의 색깔 변화 여부)가 해당된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 가설 설정 단계에 해당하는 과정 (가)가 포함되어 있으므로 연역적 탐구 방법이 이용되었다.

ㄴ. 조작 변인인 생콩즙(오줌 속 요소 분해 물질)을 인위적으로 첨가시킨 비커 Ⅱ는 실험군이고, 첨가하지 않은 비커 Ⅰ은 대조군이다. (나)에서 실험군과 대조군을 설정하여 대조 실험이 수행되었다.

ㄷ. 생콩즙의 첨가 유무는 조작 변인이며, 오줌 속 요소의 분해 여부(용액의 색깔 변화 여부)가 종속변인이다.

문제 풀이 Tip

귀납적 탐구 방법에는 연역적 탐구 방법과 달리 가설 설정 단계가 없다.

C 생명 활동과 에너지

내신 대비 필수 문제 문제편 40~43p

01 정답 ③ * 물질대사

| 문제+자료 분석 |

- **(가)**: A는 에너지를 흡수하는 동화 작용, B는 에너지를 방출하는 이화 작용이다.
- **(나)**: 반응물보다 생성물의 에너지가 많으므로 동화 작용이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (나)는 동화 작용이고, (가)의 A에 해당한다.

ㄴ. B는 고분자 물질이 저분자 물질로 분해되면서 에너지가 방출되므로 이화 작용이다.

ㄷ. 세포 호흡은 포도당(고분자 물질)을 물과 이산화 탄소(저분자 물질)로 분해하여 에너지를 방출하는 이화 작용이다.

02 정답 ④ * 물질대사와 에너지 출입 ····· [정답률 80%]

| 문제+자료 분석 |

- **(가)**: 포도당이 산소와 반응하여 물과 이산화 탄소로 분해되는 세포 호흡 과정이며, 이 과정에서 이화 작용이 일어난다.
- **(나)**: 기본 단위인 아미노산이 펩타이드 결합을 통해 단백질로 합성되는 과정이며, 이 과정에서 동화 작용이 일어난다.
- **(다)**: 지방이 소화를 거쳐 지방산과 모노글리세리드로 분해되는 과정이며, 이 과정에서 이화 작용이 일어난다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 세포 호흡 과정 (가)에서 고분자 물질인 포도당이 저분자 물질인 CO_2와 H_2O로 분해되는 반응은 에너지가 방출되는 발열 반응이다.

ㄴ. (나)는 기본 단위인 아미노산이 단백질로 합성되는 동화 작용이다.

ㄷ. 생물체 내에서 일어나는 물질대사에는 효소가 이용된다. (가), (나), (다)는 모두 물질대사에 해당하므로, (가)~(다)에서 모두 효소가 이용된다.

* 물질대사의 예

동화 작용	광합성, 단백질 합성, 유전 물질 합성
이화 작용	세포 호흡, 녹말 소화, 단백질 소화

03 핵심 키워드: 에너지 흡수, 에너지 방출

모범 답안 (가)는 동화 작용, (나)는 이화 작용이다. (가) 과정에서 에너지가 흡수되고, (나) 과정에서 에너지가 방출된다.

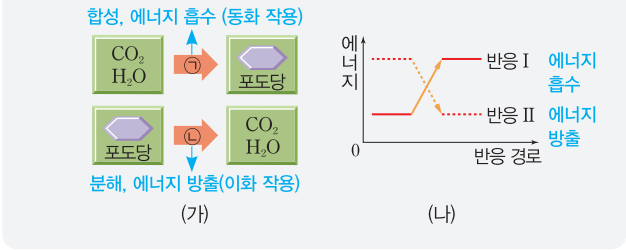
| 문제+자료 분석 |

- 아미노산과 같은 간단한 물질을 단백질과 같은 복잡한 물질로 합성하는 (가) 과정은 동화 작용으로, (가)가 진행될 때 에너지가 흡수된다.
- 복잡한 물질인 포도당을 이산화 탄소, 물과 같은 간단한 물질로 분해하는 (나) 과정은 이화 작용으로, (나)가 진행될 때 에너지가 방출된다.

* 채점 기준

(가)와 (나)가 해당하는 작용을 각각 쓰고, (가)와 (나) 과정의 에너지 출입을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
(가)와 (나)가 해당하는 작용만 옳게 쓴 경우	50 %

04 정답 ⑤ * 물질대사



| 문제+자료 분석 |

- (가): ㉠은 광합성 작용, ㉡은 세포 호흡 작용이다.
- (나): 반응 Ⅰ은 에너지를 흡수하는 동화 작용, Ⅱ는 에너지를 방출하는 이화 작용의 에너지 출입을 나타낸 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 물과 이산화 탄소가 포도당으로 합성되므로 동화 작용이고, ㉡은 포도당이 물과 이산화 탄소로 분해되므로 이화 작용이다.

ㄴ. ㉡은 포도당이 이산화 탄소와 물로 분해되는 이화 작용이므로, 이에 해당하는 에너지 변화는 반응 Ⅱ이다.

ㄷ. 포도당이 글리코젠으로 합성되는 것은 동화 작용이고, 이에 해당하는 에너지 변화는 반응 Ⅰ이다.

05 정답 ① * 물질대사와 에너지 ····· [정답률 62%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 빛에너지를 이용하여 CO_2(㉡)와 H_2O로부터 포도당이 합성되는 광합성 과정이며, 이 과정에서 동화 작용이 일어난다.
- (나): 포도당이 O_2(㉠)와 반응하여 물과 이산화 탄소로 분해되는 세포 호흡 과정이며, 이 과정에서 이화 작용이 일어난다. 세포 호흡 과정에서 방출되는 에너지의 일부는 ATP에 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다.
- (다): ATP 합성 과정이며, 이 과정에서 동화 작용이 일어난다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 세포 호흡에 이용되는 ㉠은 O_2이고, 광합성에 이용되는 ㉡은 CO_2이다.

ㄴ. 작은 분자인 물과 이산화 탄소가 큰 분자인 포도당으로 합성되는 광합성 (가)는 동화 작용에 해당한다.

ㄷ. ADP와 P_i로부터 ATP가 합성되는 과정 (다)는 동화 작용에 해당하며, 이 과정에서 에너지가 흡수된다.

06 핵심 키워드: **세포 호흡, 에너지, ATP**

모범 답안 (1) A: 산소, B: 이산화 탄소, C: ATP

(2) 세포 호흡 결과 발생한 에너지는 ATP라는 물질 합성에 이용되어 ATP를 구성하는 인산기 사이의 고에너지 인산 결합에 저장된다. 생명체는 필요할 때 다시 ATP를 ADP와 무기 인산으로 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는다.

| 문제+자료 분석 |

- 세포 호흡 결과 생성된 에너지를 ATP의 형태로 저장한 후 필요에 따라 운반된 ATP를 ADP와 무기 인산으로 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는다.

*** 채점 기준**

ATP 합성, 고에너지 인산 결합에 에너지 저장, 필요 시 ATP를 ADP와 무기 인산으로 분해하여 에너지는 얻는다는 내용을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
ATP를 ADP와 무기 인산으로 분해하여 에너지를 얻는다는 내용만 포함하여 옳게 서술한 경우	40 %

07 정답 ④ * 세포 호흡 ····· [정답률 82%]

| 문제+자료 분석 |

- 세포 호흡의 반응물은 포도당과 산소(O_2)이고, 생성물은 물과 이산화 탄소(CO_2)이다.
- 따라서 ⓐ는 O_2 ⓑ는 CO_2이다.

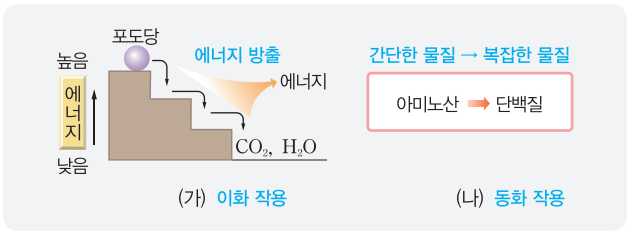
| 보기 분석 |

ㄱ. 세포 호흡은 산소를 이용하여 포도당을 분해하는 과정이므로 세포 호흡에 사용되는 ⓐ는 O_2이다.

ㄴ. 세포 호흡에서 방출되는 에너지 중 일부(㉠)는 ATP 합성에 이용된다. ADP와 무기 인산(P_i)이 결합하여 ATP가 합성될 때 고에너지 인산 결합이 형성되고 이때 ㉠이 이용된다.

ㄷ. ATP가 분해될 때 ATP에 저장된 에너지(㉡)는 근육 수축, 물질 수송 등 여러 가지 생명 활동에 이용된다.

08 정답 ② * 물질대사



| 문제+자료 분석 |

- (가): 세포 호흡 과정이며, 생명 활동에 필요한 에너지를 생성하는 이화 작용이다.
- (나): 아미노산이 단백질로 합성되는 과정이며 에너지가 사용되는 동화 작용이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 세포 호흡으로 이화 작용이고, (나)는 단백질을 합성하는 동화 작용이다.

ㄴ. 세포 호흡 (가)에서 발생한 에너지의 일부는 아미노산이 단백질로 합성되는 (나) 과정에 사용된다.

ㄷ. 아미노산이 단백질로 합성되는 과정은 단백질을 필요로 하는 동물과 식물 모두에서 일어난다.

09 정답 ④ * ATP와 ADP의 전환 ····· [정답률 74%]

| 문제+자료 분석 |

- **ATP**: 아데닌(㉠), 리보스, 세 개의 인산으로 이루어진 물질이다.
- **ADP**: 아데닌(㉠), 리보스, 두 개의 인산으로 이루어진 물질이다.
- (가) 과정은 ATP의 고에너지 인산 결합(㉡)이 끊어지면서 ATP가 ADP+P_i로 전환되는 과정이며 이때 에너지가 발생한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 ATP를 이루고 있는 염기인 아데닌이다.

ㄴ. ㉡은 고에너지 인산 결합으로 이 결합이 끊어질 때 발생하는 에너지를 생명 활동에 이용한다.

ㄷ. (가)는 ATP의 고에너지 인산 결합이 끊어지면서 ADP+P_i로 전환되는 과정이다.

10 정답 ③ * 세포 호흡과 ATP

| 문제+자료 분석 |

- 미토콘드리아에서는 포도당과 산소를 이용해 물과 이산화 탄소를 생성하면서 에너지를 방출한다. 이때 방출된 에너지는 열에너지와 ATP로 전환된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ⓐ는 세포 호흡 시 이용되는 O_2이며, ⓑ는 세포 호흡 결과 생성되는 산물이므로 CO_2이다.
ㄴ. 포도당의 에너지는 일부가 ATP로 저장되고, 나머지가 열에너지로 방출된다.
ㄷ. 미토콘드리아에서는 $ADP+P_i \rightarrow ATP$ 반응이 일어나므로 ㉡ 반응이 일어난다.

11 정답 ㉠

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 과정에서는 고에너지 인산 결합이 끊어지므로 에너지가 방출된다. 반면 ㉡ 과정에서는 인산기가 결합하므로 에너지가 흡수된다.

12 정답 ③ * 효모의 세포 호흡 ····· [정답률 72%]

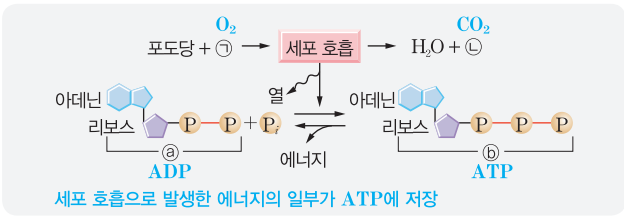
| 문제+자료 분석 |

- **효모**: 당을 세포 호흡의 재료로 이용하여 CO_2를 발생시킨다.
- 포도당을 이용한 효모의 세포 호흡 과정에서 CO_2와 ATP가 발생한다.
- 세포 호흡에 의해 발생한 CO_2가 맹관부에 모이게 되고, 맹관부 수면의 높이가 낮아진다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 실험군과 비교하기 위해 검증하려는 요인을 변화시키지 않은 집단으로 대조군이고, B와 C는 검증하려는 요인을 변화시키는 집단으로 실험군이다.
ㄴ. B와 C에서는 효모의 세포 호흡 과정에 의해 CO_2가 발생한다.
ㄷ. CO_2의 양은 B에서가 C에서보다 많고, 발생한 CO_2는 맹관부에 모여 맹관부의 수면 높이를 낮춘다. 따라서 (다)에서 맹관부의 수면 높이는 B가 C보다 낮다.

13 정답 ③ * 세포 호흡과 에너지



| 문제+자료 분석 |

- 사람의 세포 호흡에서 포도당이 산소(㉠)와 반응하여 물과 이산화 탄소(㉡)로 분해되는 과정 중 에너지를 방출한다.
- 이중 일부는 열에너지의 형태로 방출되어 체온 유지에 사용되고, 일부만 ADP와 인산기를 결합시키는 데 사용된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 세포 호흡에서 포도당과 반응하는 물질 ㉠은 O_2로, 세포 호흡이 일어난 후에는 H_2O과 CO_2(㉡)가 방출된다.
ㄴ. 고에너지 인산 결합이 2개인 ATP가 1개인 ADP보다 더 많은 에너지를 저장하고 있다.
ㄷ. ⓐ는 아데노신에 인산기가 2개 연결된 ADP, ⓑ는 아데노신에 인산기가 3개 연결된 ATP이다.

14 정답 ⑤ * 세포 호흡

| 문제+자료 분석 |

- (가): 간에서 여분의 포도당은 글리코젠으로 합성된다. 포도당은 단당류, 글리코젠은 다당류이므로 포도당이 글리코젠으로 합성되는 것은 동화 작용에 해당한다.
- (나): 세포 호흡은 세포 내에서 영양소를 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는 과정이다. 포도당이 산소와 반응하여 물과 이산화 탄소로 분해되며, 이 과정에서 에너지의 일부는 ATP에 저장되고 나머지는 열로 방출된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 포도당이 글리코젠으로 합성되는 과정은 간에서 일어난다.
ㄴ. 세포 호흡 결과 생성된 에너지의 일부는 ATP 합성 과정에서 ATP의 고에너지 인산 결합을 형성하는 데 사용되고, 나머지는 열에너지로 방출된다.
ㄷ. 포도당을 글리코젠으로 합성하는 과정과 세포 호흡 과정은 모두 물질대사이므로 반드시 효소가 필요하다.

* 물질대사의 예

동화 작용	광합성, 단백질 합성, 유전 물질 합성
이화 작용	세포 호흡, 녹말 소화, 단백질 소화

15 정답 ① * 효모의 세포 호흡 ····· [정답률 68%]

| 문제+자료 분석 |

- 효모는 포도당을 이용해 세포 호흡을 하며, 그 결과 발생한 이산화 탄소가 맹관부에 모이므로 기체 ㉠은 이산화 탄소이다.
- 증류수를 넣은 A는 효모가 세포 호흡에 이용할 수 있는 영양소가 없으므로 이산화 탄소(㉠)가 발생하지 않는다.
- 설탕은 포도당과 과당으로 이루어져 있으며, 효모는 설탕을 분해하여 포도당을 에너지원으로 이용한다. 따라서 B에 들어있는 포도당 용액은 효모가 바로 에너지원으로 이용할 수 있으므로 C보다 B에서 효모의 세포 호흡이 활발하다. 따라서 ㉠의 농도는 B가 C보다 높다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 이산화 탄소이다.
ㄴ. 효모액은 실험에서 일정하게 유지시키는 통제 변인에 해당되며, 증류수, 포도당, 설탕은 조작 변인에 해당한다. 조작 변인 외에 다른 조건은 동일하게 맞춰야 하므로 ⓐ는 15, ⓑ는 20이다.
ㄷ. 종속변인은 조작 변인에 따라 변하는 요인으로, 실험 결과에 해당한다. 따라서 종속변인은 실험 결과인 ㉠의 농도이다.

16 정답 ④ * 물질대사 ····· [정답률 68%]

| 문제+자료 분석 |

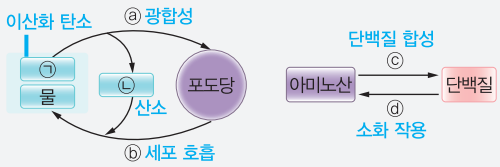
- (가): 1분자당 에너지양은 ㉡이 ㉠보다 많으므로 Ⅰ은 동화 작용이고, 1분자당 에너지양은 ㉢이 ㉣보다 많으므로 Ⅱ는 이화 작용이다.
- (나): ATP가 ADP보다 에너지양이 많으므로 ㉠은 ADP, ㉡은 ATP이다. 포도당이 CO_2보다 에너지양이 많으므로 ㉢은 포도당, ㉣은 CO_2이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. Ⅰ은 동화 작용이다.
ㄴ. 물질대사에는 생체 촉매인 효소가 관여한다. 따라서 Ⅰ과 Ⅱ는 모두 물질대사에 해당되므로 효소가 이용된다.
ㄷ. CO_2는 호흡계를 통해 몸 밖으로 배출된다.

내신 1등급 문제 문제편 44p

17 정답 ⑤ * 생명체의 물질대사



| 문제+자료 분석 |

- (가): 광합성(ⓐ)은 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소(㉠)+물 → 포도당+산소(㉡) 과정이 일어나는 동화 작용이다. 세포 호흡(ⓑ)은 포도당+산소(㉡) → 이산화 탄소(㉠)+물+에너지 과정이 일어나는 이화 작용이다.
- (나): 단백질 합성(ⓒ)은 저분자 물질인 아미노산을 고분자 물질인 단백질로 합성하는 동화 작용에 해당한다. 소화 작용(ⓓ)은 고분자 물질인 단백질을 저분자 물질인 아미노산으로 분해하는 이화 작용에 해당한다.

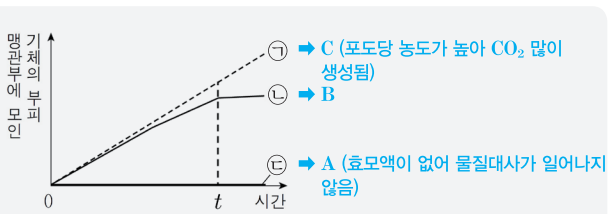
| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 광합성에 필요한 물질이므로 이산화 탄소이고, ㉡은 광합성 산물로 세포 호흡에 이용되는 산소이다.

ㄴ. ⓐ는 광합성으로 동화 작용이며 흡열 반응이고, ⓓ는 소화 작용으로 이화 작용이며 발열 반응이다.

ㄷ. 세포 호흡에서 생성되어 ATP에 저장된 에너지는 단백질 합성 등 생명 활동에 이용된다.

18 정답 ④ * 효모의 발효 [정답률 63%]



| 문제+자료 분석 |

- 효모는 포도당을 이용해 세포 호흡을 하며 그 결과 발생한 이산화 탄소가 맹관부에 모인다.
- 포도당 용액과 증류수를 섞은 발효관 A에서는 물질대사가 일어나지 않으므로 맹관부에 기체가 모이지 않는다. A에서 측정한 결과 그래프는 ㉢이다.
- 포도당 용액의 농도는 Y가 X보다 높으므로 포도당 용액 Y가 들어있는 발효관 C에서 더 많은 양의 이산화 탄소가 발생한다. ㉡보다 ㉠의 맹관부에 모인 기체의 부피가 더 많으므로 B는 ㉡, C는 ㉠에 해당한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 이산화 탄소가 가장 많이 발생한 ㉠은 C이다.

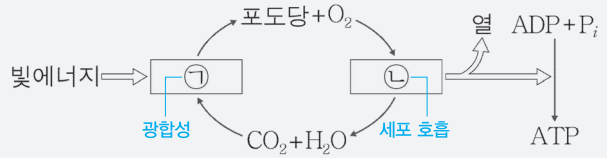
ㄴ. 물질대사에는 효소가 관여하는데, 세포 호흡은 물질대사에 속한다. 효모는 포도당을 이용해 세포 호흡을 하며 효모에는 포도당을 분해할 수 있는 다양한 효소가 들어 있다.

ㄷ. 발효관 A에서는 물질대사가 일어나지 않으므로 t에서 포도당 용액이 처음과 같은 양만큼 남아있으며, 발효관 B에서는 효모가 세포 호흡을 하기 위해 포도당을 이용했으므로 처음보다 적은 양이 남아있다. t에서 포도당 용액의 농도는 A가 B보다 높다.

수능 대비 기출 문제 문제편 46p

01 정답 ③ * 물질대사 [정답률 94%]

그림은 광합성과 세포 호흡에서의 에너지와 물질의 이동을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 광합성과 세포 호흡 중 하나이다.



이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. ㉠에서 빛에너지가 화학 에너지로 전환된다.
→ 광합성이 일어나면 태양의 빛에너지가 포도당에 화학 에너지로 전환됨

ㄴ. ㉡에서 방출된 에너지는 모두 ATP에 저장된다.
→ 세포 호흡에서 방출된 에너지는 일부만 ATP에 저장됨

ㄷ. ATP에는 인산 결합이 있다.
→ ATP에서 인산기와 인산기는 고에너지 인산 결합으로 연결됨

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 광합성: 태양의 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물을 포도당으로 합성하는 광합성이다.
- ㉡ 세포 호흡: 포도당과 산소가 반응하여 이산화 탄소와 물로 분해되면서 에너지가 방출되는 세포 호흡이다.

| 보기 분석 |

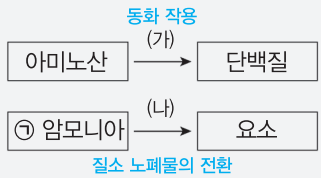
ㄱ. 광합성(㉠)이 일어나면 태양의 빛에너지가 흡수되어 포도당에 화학 에너지로 전환되어 저장된다.

ㄴ. 세포 호흡(㉡) 시 포도당은 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물로 분해되면서 에너지가 방출되는데 이 에너지의 일부는 ATP에 저장되고 나머지는 열로 방출된다. ← 주의

ㄷ. ATP에서 인산기와 인산기는 고에너지 인산 결합으로 연결되어 있는데, 이 결합이 형성될 때 에너지가 저장되고 끊어질 때 에너지가 방출된다.

02 정답 ④ * 물질대사 [정답률 89%]

그림은 사람에서 일어나는 물질대사 과정 (가)와 (나)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. (가)에서 동화 작용이 일어난다.
→ 아미노산이 단백질로 합성되는 것은 동화 작용

ㄴ. 간에서 (나)가 일어난다.
→ 간에서 암모니아가 독성이 적은 요소로 전환

ㄷ. 포도당이 세포 호흡에 사용된 결과 생성되는 노폐물에는 ㉠이 있다.
→ 포도당이 세포 호흡에 사용된 결과 생성되는 노폐물에는 질소 노폐물인 ㉠이 없음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): 단순한 물질인 아미노산이 복잡한 물질인 단백질로 합성되는 동화 작용의 예이다.
- (나): 독성이 강한 질소 노폐물인 암모니아가 독성이 약한 요소로 전환되는 과정으로 간에서 일어난다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 단순한 물질인 아미노산이 복잡한 물질인 단백질로 합성되는 (가) 과정은 에너지를 흡수하는 동화 작용이다.

ㄴ. 독성이 강한 암모니아가 독성이 적은 요소로 전환되는 (나) 과정은 간에서 일어난다.

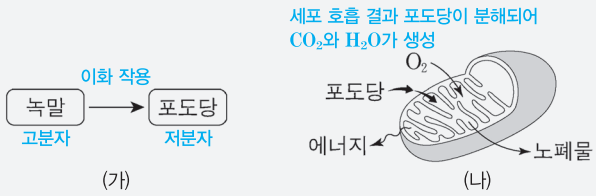
ㄷ. 암모니아는 질소 노폐물로 질소를 포함한 단백질 등을 세포 호흡에 사용한 결과 생성되는 노폐물이다. 포도당은 탄소, 수소, 산소로 이루어진 화합물이므로 포도당을 세포 호흡에 사용한 결과 질소 노폐물인 암모니아가 생성되지 않는다.

문제 풀이 Tip

단백질은 탄수화물, 지방과 달리 구성 원소로 질소(N)를 가진다. 따라서 물질대사 결과 질소 노폐물인 암모니아가 생성된다.

03 정답 ⑤ * 물질대사와 세포 호흡 ····· [정답률 89%]

그림 (가)는 사람에서 녹말(다당류)이 포도당으로 되는 과정을, (나)는 미토콘드리아에서 일어나는 세포 호흡을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. (가)에서 이화 작용이 일어난다.
→ 녹말(고분자)이 포도당(저분자)으로 분해될 때 이화 작용이 일어남

ㄴ. (나)에서 생성된 노폐물에는 CO_2가 있다.
→ 세포 호흡 결과 포도당이 분해되어 CO_2와 H_2O가 생성됨

ㄷ. (가)와 (나)에서 모두 효소가 이용된다.
→ 물질대사에는 모두 효소가 이용됨

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): 고분자 물질(녹말)을 저분자 물질(포도당)로 분해하는 반응으로 (가)에서는 이화 작용이 일어난다. 이화 작용이 일어날 때 에너지가 방출되며, 이화 작용의 대표적인 예로 소화, 세포 호흡 등이 있다.
- (나): 미토콘드리아에서 일어나는 세포 호흡은 세포에서 영양소를 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는 과정이다.

| 보기 분석 |

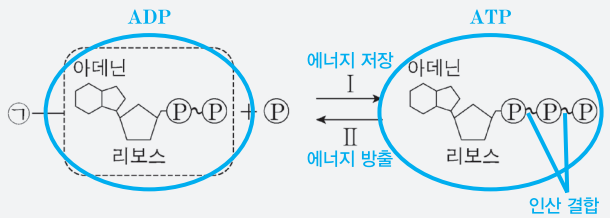
ㄱ. 녹말과 같은 고분자 물질이 포도당과 같은 저분자 물질로 분해될 때 이 과정에서 이화 작용이 일어난다.

ㄴ. 미토콘드리아에서 세포 호흡이 일어날 때 포도당이 분해되어 이산화 탄소(CO_2)와 물(H_2O)이 생성된다. 따라서 (나)에서 생성되는 노폐물에는 CO_2가 있다.

ㄷ. 녹말이 포도당으로 분해되는 반응과 조직 세포에서 일어나는 세포 호흡은 모두 생물체 내에서 일어나는 화학 반응이다. 물질대사는 효소에 의해 촉매되므로, (가)와 (나)에서 모두 효소가 이용된다.

04 정답 ④ * ATP와 ADP ····· [정답률 81%]

그림은 ATP와 ADP 사이의 전환을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. ㉠은 ~~ATP~~이다.
→ ㉠은 아데노신에 인산이 2개 결합되어 있으므로 ADP이다.

ㄴ. 미토콘드리아에서 과정 Ⅰ이 일어난다.
→ 미토콘드리아에서 일어나는 세포 호흡은 ADP를 ATP로 전환시켜 에너지를 ATP에 저장한다.

ㄷ. 과정 Ⅱ에서 인산 결합이 끊어진다.
→ ATP가 ADP로 분해되는 과정에서 인산 결합이 끊어진다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 과정 Ⅰ: ADP에 인산이 결합하는 과정으로 에너지가 ATP에 저장되는 과정이다.
- 과정 Ⅱ: ATP에서 인산 결합이 끊어지며 인산이 떨어져 나와 ADP로 되면서 에너지가 방출되는 과정이다.

| 보기 분석 |

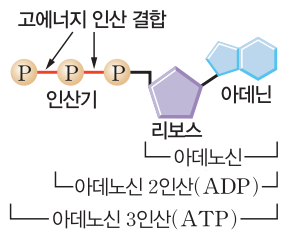
ㄱ. ㉠은 아데닌, 리보스, 2개의 인산으로 이루어져 있으므로 ADP이다.

ㄴ. 미토콘드리아에서는 일어나는 세포 호흡은 포도당이 이산화탄소와 물로 분해되는 과정에서 에너지가 방출되고, 방출되는 에너지의 일부는 ATP에 저장되며, 나머지는 열의 형태로 방출된다. 따라서 미토콘드리아에서 ADP와 인산이 결합하여 ATP가 합성되는 과정 Ⅰ이 일어난다.

ㄷ. 인산과 인산 사이에 형성되는 결합을 인산 결합이라고 한다. ATP가 ADP로 분해되는 과정 Ⅱ에서는 인산 결합이 끊어지면서 ATP에 저장되어 있었던 에너지가 방출된다.

* ATP와 ADP

ATP	아데닌에 리보스와 3개의 인산이 결합된 화합물로, 고에너지 결합이 3개 있다.
ADP	아데닌에 리보스와 2개의 인산이 결합된 화합물로, ATP에서 무기 인산이 떨어져 나가 생성된다.



▲ ATP의 구조

D 기관계의 통합적 작용

내신 대비 필수 문제 문제편 52~55p

01 정답 ④ * 영양소의 소화와 흡수

| 문제+자료 분석 |

- 음식물이 소화 기관을 거치는 동안 소화 효소에 의해 분자 크기가 큰 영양소는 작은 분자로 분해되어 체내로 흡수된다.

| 선택지 분석 |

① 녹말은 소화 효소에 의해 포도당으로 최종 분해된다.
② 포도당은 분자의 크기가 작아 세포막을 통과해 몸속으로 흡수된다.
③ 지방산과 모노글리세리드는 지용성 영양소이므로 소장 융털의 암죽관으로 흡수된다.
④ 단백질은 분자의 크기가 커서 세포막을 통과할 수 없으므로 분자의 크기가 작은 아미노산으로 분해되어 소장 융털의 모세 혈관으로 흡수된다.
⑤ 지용성 영양소에는 지방산, 모노글리세리드, 지용성 비타민 등이 있고, 수용성 영양소에는 포도당, 아미노산, 무기염류, 수용성 비타민 등이 있다.

02 정답 ⑤ * 산소와 이산화 탄소의 이동

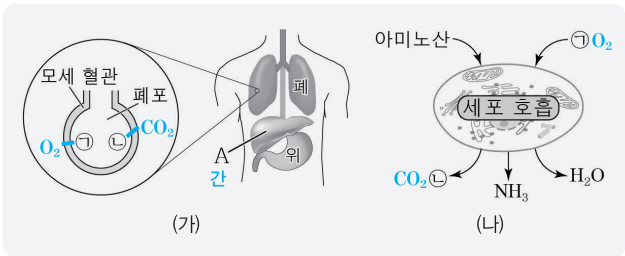
| 문제+자료 분석 |

- 숨을 들이마실 때, 폐로 들어온 공기 중의 산소는 폐포에서 모세 혈관으로 확산되어 들어오고, 혈액 속의 이산화 탄소는 모세 혈관에서 폐포로 확산되어 몸 밖으로 나간다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 폐포의 O_2 분압은 100 mmHg, 폐동맥의 O_2 분압은 40 mmHg이므로 O_2는 폐포에서 모세 혈관으로 이동한다.
ㄴ. 폐포의 CO_2 분압은 40 mmHg, 폐동맥의 CO_2 분압은 46 mmHg이므로 CO_2는 모세 혈관에서 폐포로 이동한다.
ㄷ. 폐포와 모세 혈관에서 O_2와 CO_2의 이동은 확산으로 일어난다.

03 정답 ⑤ * 물질대사와 세포 호흡 ····· [정답률 72%]



| 문제+자료 분석 |

- A는 소화계에 속하는 기관인 간이다.
- 세포 호흡 과정에 이용되는 기체 ㉠은 O_2이고, 세포 호흡 결과 생성되는 기체 ㉡은 CO_2이다.
- 폐포로부터 폐포 주변 모세 혈관으로 O_2(㉠)가 확산되어 들어가고, 폐포 주변 모세 혈관에서 폐포로 CO_2(㉡)가 확산되어 나간다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 폐로 들어온 외부 공기 중 ㉠(O_2)은 폐포에서 폐포 주변 모세 혈관으로 확산되어 들어간다.
ㄴ. 세포 호흡 결과 생성된 ㉡(CO_2)은 순환계를 통해 폐로 운반된 후 폐포 주변 모세 혈관에서 폐포로 확산되어 나간다.
ㄷ. 아미노산의 세포 호흡 과정에서 생성된 NH_3(암모니아)는 간(A)으로 운반되어 독성이 약한 요소로 전환된다.

04 정답 ② * 영양소와 산소의 획득

| 문제+자료 분석 |

- (가) 호흡계: 세포 호흡에 필요한 산소를 체내로 흡수한다.
- (나) 순환계: 소화계에서 흡수한 영양소와 호흡계에서 흡수한 산소를 온몸의 조직 세포로 운반한다.

| 선택지 분석 |

① 기관지와 폐포는 호흡계에 속하므로 (가)에 포함된다.
② 호흡계(가)에서 산소가 농도 차에 의한 확산을 통해 몸 안으로 흡수되며, 이 경우에는 에너지를 사용하지 않는다.
③ (나)는 순환계로, 산소와 영양소, 노폐물을 조직 세포나 다른 기관계로 운반한다.
④ 조직 세포에서는 영양소와 산소를 이용하여 세포 호흡이 일어나고, 생성된 에너지로 생명 활동을 한다.
⑤ 음식물의 영양소는 소화계에서 최종 소화되어 소장의 융털로 흡수된다.

05 정답 ④ * 사람의 순환계와 영양소와 산소의 이동

| 문제+자료 분석 |

- 순환계는 소장에서 흡수한 영양소와 폐로 들어온 산소를 온몸의 조직 세포로 운반하는 역할을 한다.
- A는 폐동맥으로 산소가 적고, B는 폐정맥으로 산소가 풍부하다.
- C는 소장에서 흡수된 포도당이 간으로 이동하는 혈관, D는 간에서 나오는 혈관이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 심장에서 나가 폐로 들어가는 혈액이 흐르고, B는 폐에서 산소를 공급받아 심장으로 들어가는 혈액이 흐르므로 혈액의 산소 농도는 A < B이다.
ㄴ. 소장에서 흡수되는 영양소가 없는 공복 상태일 때에는 간에서 저장하고 있던 글리코젠을 포도당으로 분해하여 혈액으로 방출한다. 따라서 공복 혈당은 C에서가 D에서보다 낮다.
ㄷ. 수용성 영양소는 소장 융털의 모세 혈관으로 흡수되어 C를 거쳐 간으로 간다.

06 정답 ⑤ * 영양소와 산소의 이동

| 문제+자료 분석 |

- (가): ㉠은 호흡계이고 호흡계를 통해 조직 세포에 공급되는 ⓐ는 산소(O_2)이다. ㉡에서 조직 세포에 포도당을 공급하므로 ㉡은 소화계이다.
- (나): ⓑ는 세포 호흡 결과 생성되는 기체인 이산화 탄소(CO_2)이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉡은 조직 세포에 포도당을 공급하므로 소화계이다.
ㄴ. ⓑ는 포도당의 분해 결과 생성되는 CO_2이다. 단백질과 지방이 세포 호흡에 이용되어도 노폐물이 나오지만, 조직 세포에 공급되는 물질이 포도당이므로 포도당을 분해하여 나온 노폐물로 볼 수 있다.
ㄷ. ⓑ는 혈액을 통해 호흡계로 운반되어 날숨을 통해 몸 밖으로 나간다.

07 정답 ⑤ * 노폐물의 배설 ····· [정답률 89%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 물: 탄수화물, 단백질, 지방 등의 물질대사 결과 생성되며 별도의 전환 과정 없이 배설계나 호흡계를 통해 몸 밖으로 배출된다.
- ㉡ 암모니아: 단백질의 물질대사 결과 생성된 노폐물로 간에서 독성이 약한 요소의 형태로 전환된 후에 배설계를 통해 몸 밖으로 배출된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 별도의 전환 과정 없이 배출되는 ㉠은 물이다.
ㄴ. ㉡은 암모니아로 질소(N)를 포함한 질소 노폐물이다.
ㄷ. 간에서 생성된 요소는 콩팥과 방광 등 배설계를 통해 오줌으로 배설된다.

08 정답 ② * 노폐물의 배설 ····· [정답률 89%]

| 문제+자료 분석 |

- 탄수화물, 단백질, 지방의 분해 과정에서 공통적으로 이산화 탄소(CO_2)와 물(㉠)이 생성된다.
- 단백질의 분해 과정에서만 암모니아(㉡)가 생성된다. 암모니아는 간으로 운반된 후 독성이 적은 요소(㉢)로 전환되어 배설된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 폐와 콩팥을 통해 모두 배설되는 노폐물이므로 물이다.
ㄴ. ㉡은 단백질의 분해 결과 생성된 암모니아이다. 암모니아의 구성 원소에는 질소(N)가 있으므로 질소 노폐물이다.
ㄷ. ㉢은 독성이 강한 암모니아(㉡)의 독성을 약화시키기 위해 간에서 전환된 요소이다. 요소는 콩팥에서 오줌으로 배설된다.

09 정답 유레이스

| 문제+자료 분석 |

- 생콩즙 속에 들어 있는 효소인 유레이스는 요소를 암모니아와 이산화 탄소로 분해한다. 따라서 생콩즙을 오줌 용액에 넣거나 요소가 들어 있는 중성 용액에 넣어주면, 용액 속의 암모니아 양이 증가하여 pH가 상승하고 염기성을 띠게 된다.

10 정답 ⑤ * 오줌 속 요소 확인 실험 ····· [정답률 76%]

| 문제+자료 분석 |

- 생콩즙에 들어있는 효소인 유레이스에 의해 요소가 암모니아와 이산화 탄소로 분해된다.
- BTB 용액은 산성에서는 노란색, 중성에서는 녹색, 염기성에서는 파란색을 나타내는 지시약이다.
- 오줌이 들어있는 비커에 BTB 용액을 넣으면 색깔이 녹색으로 변화하므로 오줌은 중성을 띤다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 비커 Ⅴ에는 오줌과 생콩즙이 들어있기 때문에 오줌 속 요소가 생콩즙의 유레이스에 의해 분해되어 암모니아가 생성되어 용액은 염기성을 띤다. 따라서 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 파란색으로 변한다.
ㄴ. (가)는 관찰 후 생긴 의문에 대한 잠정적인 결론을 내린 것이므로 가설 설정 단계에 해당한다.
ㄷ. 비커 Ⅳ에 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 파란색으로 색깔이 변했으므로 요소가 생콩즙의 유레이스에 의해 분해되어 암모니아가 생성되어 용액이 염기성으로 변한 것임을 알 수 있다.

11 정답 ④ * 기관계의 통합적 작용 ····· [정답률 75%]

| 문제+자료 분석 |

- (가) 배설계: 세포 호흡 결과 생성된 질소 노폐물과 물을 오줌의 형태로 몸 밖으로 배출한다. 콩팥(A), 방광 등이 배설계에 속하는 기관이다.
- (나) 호흡계: 세포 호흡에 필요한 산소를 흡수하고, 조직 세포의 세포 호흡 결과 발생한 이산화 탄소를 몸 밖으로 배출한다. 폐(B), 기관지, 기관 등이 호흡계에 속하는 기관이다.
- 단백질이 세포 호흡에 이용되면 물, 이산화 탄소, 암모니아가 생성되고, 탄수화물이 세포 호흡에 이용되면 물과 이산화 탄소가 생성된다. 따라서 ㉠은 암모니아, ㉡은 이산화 탄소이다.

| 선택지 분석 |

① A는 오줌을 생성하는 콩팥이다.
② B는 기체 교환이 일어나는 폐로 세포 호흡에 필요한 산소를 받아들이고, 세포 호흡 결과 만들어진 이산화 탄소를 내보낸다.
③ ㉠(암모니아)의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N)이다.
④ 대장은 소화계에 속하는 기관이다.
⑤ 물은 오줌의 형태로 배설계(가)를 통해 몸 밖으로 배출되고, 수증기의 형태로 호흡계(나)를 통해 배출된다.

12 정답 ④ * 기관계의 통합적 작용

| 문제+자료 분석 |

- A는 순환계, B는 소화계, C는 호흡계, D는 배설계이다.

| 선택지 분석 |

① A(순환계)에 속하는 혈액은 영양소를 온몸의 세포로 운반한다.
② 이자는 소화 효소를 분비하는 기관으로, B(소화계)에 속한다.
③ C(호흡계)에 속하는 폐는 산소를 흡수하고, 이산화 탄소를 방출한다.
④ 간에서 암모니아가 요소로 전환된다. 간은 B(소화계)에 속한다.
⑤ A~D는 모두 세포로 구성되어 있다. 세포에서는 생명 활동에 필요한 에너지를 얻기 위해 세포 호흡이 일어나 ATP를 생성한다.

13 정답 ③ * 기관계의 통합적 작용

| 문제+자료 분석 |

- 콩팥은 배설계 (가), 폐는 호흡계 (나), 소장은 소화계 (다), 심장은 순환계 (라)에 속한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 콩팥이 속하는 기관계 (가)는 노폐물을 배설하는 배설계이다.
ㄴ. 세포 호흡 결과 생성된 이산화 탄소와 물은 호흡계인 폐를 통해서 몸 밖으로 방출된다.
ㄷ. 포도당은 소화계의 소장 융털에서 흡수되어 순환계의 심장과 혈관을 통해 온몸의 조직 세포로 이동한다.

* 각 기관계에 해당하는 기관

구분	기능	구성 기관
소화계	음식물의 소화 및 흡수	입, 식도, 위, 소장, 대장, 간, 이자 등
순환계	영양소, 산소, 노폐물의 운반	심장, 혈관 등
호흡계	기체 교환	기관, 기관지, 폐 등
배설계	노폐물의 배설	콩팥, 오줌관, 방광, 요도 등

14 정답 ③ * 기관계의 통합적 작용 ····· [정답률 80%]

| 문제+자료 분석 |

- **A**: 음식물을 분해하여 영양소를 흡수하는 것은 소화계이다.
- **B**: 오줌을 통해 노폐물을 몸 밖으로 내보내는 것은 배설계이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 물질대사는 생명체 내에서 일어나는 모든 화학 반응이다. 우리 몸은 세포로 이루어져 있고 세포는 세포 호흡을 한다. 따라서 A(소화계)에서 물질대사가 일어난다.

ㄴ. 대장은 A(소화계)에 속한다.

ㄷ. 호흡 운동에 의해 폐에서 산소와 이산화 탄소의 기체 교환이 일어난다. 폐는 호흡계에 속하므로 호흡계에서 기체 교환이 일어난다.

15 정답 ④ * 기관계의 통합적 작용 ····· [정답률 69%]

| 문제+자료 분석 |

- **A**: 들숨과 날숨을 통해 산소(O_2)를 흡수하고 이산화 탄소(CO_2)를 배출하는 호흡계이다.
- **B**: 영양소가 흡수되므로 소화계이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A(호흡계)를 통해 흡수된 O_2는 순환계를 통해 조직 세포로 운반된다. 따라서 ㉠에는 O_2의 이동이 포함된다.

ㄴ. 심장은 순환계에 속한다.

ㄷ. B(소화계)를 통해 흡수된 영양소는 순환계를 통해 온몸의 조직 세포로 운반된다.

* 기관계의 통합적 작용

영양소 공급	소화계와 순환계가 작용
산소 공급	호흡계와 순환계가 작용
이산화 탄소 배출	순환계와 호흡계가 작용
노폐물 배출	순환계와 배설계가 작용

16 정답 ④ * 기관계의 통합적 작용 ····· [정답률 59%]

| 문제+자료 분석 |

- 음식물을 분해하여 영양소를 흡수하는 (가)는 소화계이다. 오줌이 배설되는 (다) 배설계이며, 나머지 (나)는 호흡계이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 순환계에서 (나)(호흡계)로 운반되는 과정으로 ㉠에는 이산화 탄소와 물의 이동이 포함된다.

ㄴ. (가)는 소화계, (나)는 호흡계, (다)는 배설계이다.

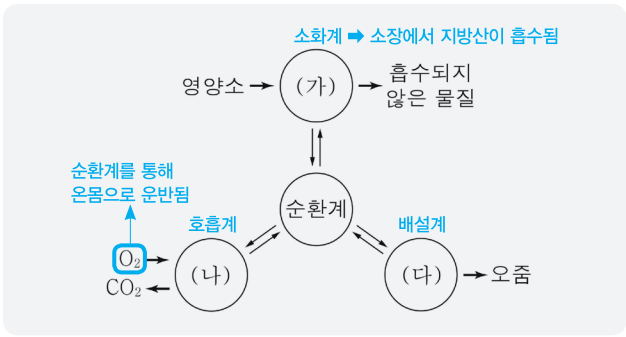
ㄷ. 물질대사는 생명체 내에서 일어나는 모든 화학 반응이다. 우리 몸은 세포로 이루어져 있고 세포는 세포 호흡을 한다. 따라서 (다)(배설계)에서 물질대사가 일어난다.

문제 풀이 Tip

1. 영양소를 흡수하고 찌꺼기를 내보내는 기관계는 소화계이고, 기체 교환을 담당하는 기관계는 호흡계이다.
2. 체외에서 들어오는 물질은 없고, 나가는 물질만 있는 기관계는 배설계이다.

내신 1등급 문제 문제편 56p

17 정답 ⑤ * 기관계의 통합적 작용 ····· [정답률 56%]



| 문제+자료 분석 |

- **(가)**: 음식물 속의 영양소를 흡수하는 소화계이다.
- **(나)**: 세포 호흡에 필요한 산소를 받아들이고 이산화 탄소와 물 등의 노폐물을 배출하는 호흡계이다.
- **(다)**: 물질대사 결과 생성된 노폐물 중 물과 요소 등을 배출하는 배설계이다.
- **순환계**: 혈관을 따라 순환하는 혈액에 의해 영양소와 노폐물이 운반된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가) 소화계에 속하는 소장에서 지방산, 포도당, 아미노산 등이 흡수된다.

ㄴ. (나)는 산소를 흡수하고, 이산화 탄소를 몸 밖으로 배출하는 호흡계이다.

ㄷ. 호흡계인 (나)에서 흡수된 산소는 순환계를 통해 (다)를 포함한 온몸으로 운반된다.

18 핵심 키워드: **녹말, 기관계, 소화계, 호흡계, 순환계, 배설계**

모범 답안 녹말은 소화계에서 포도당으로 소화되어 소장 융털의 모세 혈관으로 흡수되고, 호흡계에서 공급된 산소와 함께 순환계를 거쳐 조직 세포로 공급된다. 조직 세포에서 세포 호흡을 통해 이산화 탄소와 물로 분해된 후, 순환계를 거쳐 호흡계인 폐와 배설계인 콩팥을 통해 배설된다.

| 문제+자료 분석 |

- 녹말이 소화되어 배설될 때까지 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계가 모두 작용한다.

*** 채점 기준**

소화계, 순환계, 호흡계, 배설계의 역할이 모두 언급되고, 배설 시 호흡계와 배설계가 모두 언급된 경우	100 %
소화계, 순환계, 호흡계, 배설계의 역할만 언급된 경우	50 %

19 정답 ④ * 오줌 속 요소 확인 실험 ····· [정답률 66%]

| 문제+자료 분석 |

- 생콩즙에는 유레이스가 들어있어 요소를 암모니아로 분해한다.
- 용액의 색깔이 파란색을 나타내는 Ⅰ과 Ⅲ은 염기성인 암모니아가 들어 있는 것으로 생콩즙에 의해 요소가 분해된 결과이다.
- 생콩즙을 넣은 결과 용액의 색깔이 파란색을 나타낸 용액 X가 요소가 들어 있던 오줌이고, 용액의 색깔이 노란색을 나타낸 용액 Y는 보리차이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. X는 오줌, Y는 보리차이다.

ㄴ. 생콩즙에는 유레이스가 있어 요소를 분해해 암모니아를 생성시킨다.

ㄷ. (다)의 Ⅲ에서 생콩즙에 의해 요소가 분해되어 암모니아가 생성되었으며, 암모니아에 의해 용액은 파란색을 나타낸다.

수능 대비 기출 문제 문제편 58p

01 정답 ⑤ * 물질대사 ····· [정답률 91%]

표는 영양소 (가), (나), 지방이 세포 호흡에 사용된 결과 생성되는 노폐물을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 단백질과 탄수화물을 순서 없이 나타낸 것이다.

영양소	노폐물
(가) 탄수화물	물, 이산화 탄소
(나) 단백질	물, 이산화 탄소, ⓐ암모니아 → 질소 노폐물
지방	? 물, 이산화 탄소

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. (가)는 탄수화물이다.
→ (가)는 탄수화물

ㄴ. 간에서 ⓐ가 요소로 전환된다.
→ 간에서 암모니아가 요소로 전환되어 콩팥을 통해 배설됨

ㄷ. 지방의 노폐물에는 이산화 탄소가 있다.
→ 지방의 노폐물은 물과 이산화 탄소

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): 탄수화물은 탄소, 수소, 산소로 이루어진 탄소 화합물로 세포 호흡 결과 물과 이산화 탄소가 생성된다.
- (나): 단백질은 탄소, 수소, 질소, 산소로 이루어진 탄소 화합물로 세포 호흡 결과 물, 이산화 탄소와 더불어 질소 노폐물인 암모니아가 생성된다.
- 지방: 지방은 탄소, 수소, 산소로 이루어진 탄소 화합물로 세포 호흡 결과 물과 이산화 탄소가 생성된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 세포 호흡 결과 물과 이산화 탄소만 생성되는 (가)는 탄수화물이며, 질소 노폐물인 암모니아가 생성되는 (나)가 단백질이다.
ㄴ. 질소 노폐물인 암모니아는 독성이 높으므로 간에서 독성이 약한 요소로 전환되어 콩팥을 통해 배설된다.
ㄷ. 지방을 세포 호흡에 사용한 결과 생성되는 노폐물은 물과 이산화 탄소이다.

문제 풀이 Tip

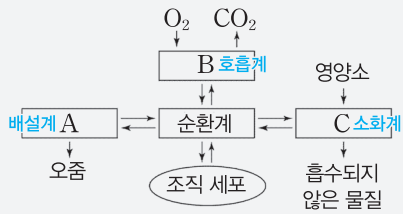
1. 노폐물인 요소는 배설계에 속하는 콩팥이라는 기관을 통해 오줌의 형태로 몸 밖으로 배출된다.
2. 요소는 소화계인 간에서 암모니아가 요소로 전환되어 순환계로 이동하고 배설계로 이동한다.

* 호흡 기질로부터 생성되는 노폐물의 종류

호흡 기질	구성 원소	노폐물
탄수화물	C, H, O	CO_2, H_2O
지방	C, H, O	CO_2, H_2O
단백질	C, H, O, N	CO_2, H_2O, 질소 노폐물(NH_3)

02 정답 ④ * 기관계의 통합적 작용 ····· [정답률 83%]

그림은 사람에서 일어나는 기관계의 통합적 작용을 나타낸 것이다. A~C는 각각 배설계, 소화계, 호흡계 중 하나이다.



이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. 대장은 ~~A~~에 속한다.
→ 대장은 C(소화계)에 속한다.

ㄴ. B는 호흡계이다.
→ B는 산소를 흡수하고 이산화 탄소를 배출하므로 호흡계이다.

ㄷ. C에서 아미노산이 흡수된다.
→ 단백질은 소화 기관에서 저분자 물질인 아미노산으로 분해된 후 C에서 흡수된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- A 배설계: 조직 세포에서 세포 호흡의 결과 생성된 노폐물을 배출한다.
- B 호흡계: 세포 호흡에 필요한 산소를 흡수하고, 세포 호흡 결과 발생한 이산화 탄소를 몸 밖으로 배출한다.
- C 소화계: 음식물 속의 영양소를 세포가 흡수할 수 있도록 크기가 작은 영양소로 분해하고 흡수한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 대장은 A(배설계)가 아닌 C(소화계)에 속한다.
ㄴ. B는 산소를 흡수하고 이산화 탄소를 배출하므로 호흡계이다.
ㄷ. 음식물 속의 단백질은 소화 기관에서 소화 과정을 통해 아미노산으로 분해된 후 흡수된다. 따라서 C(소화계)에서 아미노산이 흡수된다.

문제 풀이 Tip

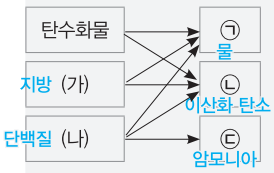
1. 영양소를 흡수하고 찌꺼기를 내보내는 기관계는 소화계이고, 기체 교환을 담당하는 기관계는 호흡계이다.
2. 체외에서 들어오는 물질은 없고, 나가는 물질만 있는 기관계는 배설계이다.

* 각 기관계에 해당하는 기관

구분	기능	구성 기관
소화계	음식물의 소화 및 흡수	입, 식도, 위, 소장, 대장, 간, 이자 등
순환계	영양소, 산소, 노폐물의 운반	심장, 혈관 등
호흡계	기체 교환	기관, 기관지, 폐 등
배설계	노폐물의 배설	콩팥, 오줌관, 방광, 요도 등

03 정답 ④ ＊물질대사 ····· [정답률 80%]

그림은 사람에서 일어나는 영양소의 물질대사 과정 일부를, 표는 노폐물 ㉠~㉢에서 탄소(C), 산소(O), 질소(N)의 유무를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 단백질과 지방 중 하나이고, ㉠~㉢은 물, 암모니아, 이산화 탄소를 순서 없이 나타낸 것이다.



구분	탄소(C)	산소(O)	질소(N)
㉠	×	○	×
㉡	? ○	○	×
㉢	×	×	○

(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. (가)는 단백질이다.
→ (가)는 지방, (나)는 단백질

ㄴ. 호흡계를 통해 ㉡이 몸 밖으로 배출된다.
→ 호흡계를 통해 ㉡(이산화 탄소)이 몸 밖으로 배출됨

ㄷ. 간에서 ㉢이 요소로 전환된다.
→ 간에서 ㉢(암모니아)이 독성이 약한 요소로 전환됨

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): 물질대사 결과 노폐물로 물과 이산화 탄소를 배출하는 지방이다.
- (나): 물질대사 결과 노폐물로 물, 이산화 탄소, 암모니아를 배출하는 단백질이다.
- ㉠: 탄소(C), 질소(N)를 가지고 있지 않은 노폐물로 물이다.
- ㉡: 산소(O)와 탄소(C)를 가지고 있는 노폐물로 이산화 탄소이다.
- ㉢: 질소 노폐물로 암모니아이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 물질대사 결과 노폐물로 물과 이산화 탄소를 배출하는 지방이다.

ㄴ. ㉡은 산소(O)와 탄소(C)를 가지고 있는 노폐물인 이산화 탄소로 호흡계를 통해 몸 밖으로 배출된다.

ㄷ. ㉢은 질소 노폐물인 암모니아이다. 단백질의 물질대사 결과 발생하는 노폐물인 암모니아는 간에서 독성이 약한 형태의 요소로 전환되어 배설계를 통해 배출된다.

문제 풀이 Tip

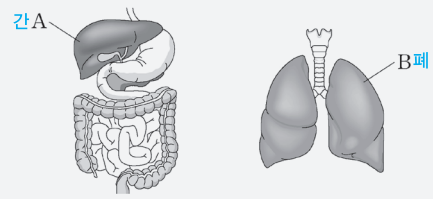
1. 노폐물인 요소는 배설계에 속하는 콩팥이라는 기관을 통해 오줌의 형태로 몸 밖으로 배출된다.
2. 요소는 소화계인 간에서 암모니아가 요소로 전환되어 순환계로 이동하고 배설계로 이동한다.

＊호흡 기질로부터 생성되는 노폐물의 종류

호흡 기질	구성 원소	노폐물
탄수화물	C, H, O	CO_2, H_2O
지방	C, H, O	CO_2, H_2O
단백질	C, H, O, N	CO_2, H_2O, 질소 노폐물(NH_3)

04 정답 ⑤ ＊기관계의 통합적 작용 ····· [정답률 70%]

그림 (가)와 (나)는 각각 사람의 소화계와 호흡계를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 간과 폐 중 하나이다.



(가) 소화계 (나) 호흡계

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. A에서 동화 작용이 일어난다.
→ 간(A)에서 요소 합성, 글리코젠 합성 등의 동화 작용이 일어남

ㄴ. B에서 기체 교환이 일어난다.
→ 폐(B)에서 산소와 이산화 탄소의 기체 교환이 일어남

ㄷ. (가)에서 흡수된 영양소 중 일부는 (나)에서 사용된다.
→ 소장에서 흡수된 영양소는 (가)와 (나)를 비롯한 모든 기관계를 구성하는 조직 세포에서의 세포 호흡에 사용됨

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가) 소화계: 간(A), 이자, 위, 소장, 대장 등의 기관이 있으며, 소화계는 음식물 속의 영양소를 세포가 흡수할 수 있도록 작게 분해하고 흡수하는 작용을 한다.
- (나) 호흡계: 기관지, 폐(B) 등의 기관이 있으며, 세포 호흡에 필요한 산소를 흡수하고, 세포 호흡 결과 발생한 이산화 탄소를 몸 밖으로 내보내는 작용을 한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 동화 작용이란 간단하고 작은 물질을 복잡하고 큰 물질로 합성하는 반응이다. A(간)에서는 암모니아로부터 요소의 합성, 포도당으로부터 글리코젠의 합성 등 다양한 동화 작용이 일어난다.

ㄴ. B(폐)에서는 폐포 내로 들어온 외부 공기와 폐포 주변의 모세 혈관 사이에서 산소와 이산화 탄소의 기체 교환이 일어난다.

ㄷ. 소화계 (가)와 호흡계 (나)를 포함한 모든 기관계를 구성하는 조직 세포는 생명 활동에 에너지가 필요하며, 이러한 에너지 생산을 위한 세포 호흡에 소화계 (가)의 소장에서 흡수된 영양소가 사용된다. 주의

＊각 기관계에 해당하는 기관

구분	기능	구성 기관
소화계	음식물의 소화 및 흡수	입, 식도, 위, 소장, 대장, 간, 이자 등
순환계	영양소, 산소, 노폐물의 운반	심장, 혈관 등
호흡계	기체 교환	기관, 기관지, 폐 등
배설계	노폐물의 배설	콩팥, 오줌관, 방광, 요도 등

E 물질대사와 건강

내신 대비 필수 문제 문제편 62~64p

01 정답 ② * 에너지 대사

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 1일 대사량: 사람에게 하루에 필요한 총 에너지양으로, 기초 대사량과 활동 대사량 외에 음식물 이용을 위한 에너지 소비량을 합한 값이다.
- ㉡ 기초 대사량: 생명을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양이다.
- ㉢ 활동 대사량: 육체적 활동에 필요한 에너지양이다.

| 선택지 분석 |

② ㉠은 1일 대사량, ㉡은 기초 대사량, ㉢은 활동 대사량이다.

02 정답 ③ * 에너지 균형 ····· [정답률 88%]

| 문제+자료 분석 |

- 음식물로부터 섭취한 에너지 섭취량과 생명 활동 등으로 소비한 에너지 소비량이 균형 상태를 이루어야 건강을 유지할 수 있다.
- B와 같이 에너지 소비량이 에너지 섭취량보다 많은 상태가 지속되면 저체중이 되고, C와 같이 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많은 상태가 지속되면 과체중이 된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 정상 체중인 A에 비해 B는 에너지 소비량이 에너지 섭취량보다 많으므로 저체중이다.

ㄴ. 에너지 소비량보다 에너지 섭취량이 많은 상태가 지속되면 체내에 사용하고 남은 에너지를 주로 지방의 형태로 저장하기 때문에 체중이 증가하고 비만이 될 확률이 높아진다. $\frac{\text{에너지 소비량}}{\text{에너지 섭취량}}$이 클수록 에너지 소비량이 에너지 섭취량보다 많아 체중이 감소하게 되므로 비만이 될 확률이 낮아진다.

ㄷ. 활동 대사량은 다양한 활동에 필요한 에너지양이다. 활동 대사량이 증가하면 각종 활동에 에너지를 사용하는 것이므로 에너지 소비량이 증가한다.

03 핵심 키워드: 에너지 섭취량, 1일 대사량

모범 답안 학생 A가 비만이 될 것으로 예상된다. 학생 A의 하루 평균 에너지 섭취량은 3350 kcal로 1일 대사량보다 많은 양의 에너지를 섭취하기 때문이다.

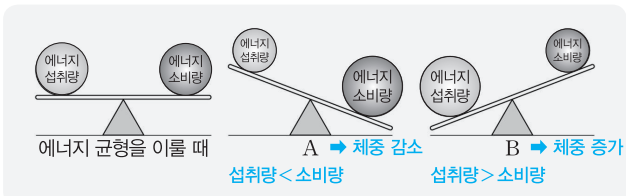
| 문제+자료 분석 |

학생 A의 하루 평균 에너지 섭취량은 3350 kcal이며, 학생 B의 하루 평균 에너지 섭취량은 2450 kcal이다. 두 학생의 1일 대사량은 3000 kcal로 학생 A는 1일 대사량보다 많은 양의 에너지를 섭취하여 비만이 될 것으로 예상된다.

＊채점 기준

학생 A를 쓰고, 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
학생 A만 쓴 경우	30 %

04 정답 ⑤ * 에너지 균형과 대사성 질환 ····· [정답률 88%]



| 문제+자료 분석 |

- 건강한 생활을 위해서는 음식물을 통해 섭취하는 에너지 섭취량과 활동을 통해 소비하는 에너지 소비량이 균형을 이루어야 한다.
- 대사성 질환을 예방하기 위해서는 열량이 높은 음식을 줄이고 자신에게 맞는 운동을 규칙적으로 하는 등 올바른 생활 습관이 필요하다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 하루 동안 섭취한 에너지 섭취량이 활동에 사용한 에너지 소비량보다 적다. 따라서 이와 같은 에너지 섭취와 소비가 지속되면 체중이 감소한다.

ㄴ. B는 1일 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많으며, 이와 같은 상황이 지속되면 체중이 증가한다. 오랜 기간에 걸쳐 에너지 소비량에 비해 에너지 섭취량이 많을 경우 체지방이 과다하게 쌓여 비만이 될 수 있다.

ㄷ. 당뇨병은 이자에서 분비되는 인슐린의 분비 부족이나 기능 장애로 발생하는 대사성 질환이다. 그 외에 대사성 질환에는 고지혈증과 고혈압 등이 있다.

05 정답 ④ * 물질대사와 건강 ····· [정답률 66%]

| 문제+자료 분석 |

- 생명 활동을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양을 기초 대사량이라고 하며, 걷거나 공부를 하는 등 활동하는 데 필요한 에너지양을 활동 대사량이라고 한다.
- 하루 동안의 기초 대사량과 활동 대사량, 음식물 섭취 시 에너지 소비량을 합친 것을 1일 대사량이라고 한다.
- 물질대사 이상으로 발생하는 질환을 대사성 질환이라고 하며, 당뇨병, 고지혈증 등이 대사성 질환의 예이다.

| 보기 분석 |

A. 생명 활동을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양은 1일 대사량이 아닌 기초 대사량이다.

B. 물질대사 이상으로 발생하는 질환을 통틀어 대사성 질환이라고 한다.

C. 고지혈증은 지질의 대사 과정 이상으로 혈중 지질 농도가 증가한 대사성 질환의 예이다. 유전적 요인이나 생활 습관 등에 의해 생길 수 있다.

06 정답 ⑤ * 대사성 질환 ····· [정답률 86%]

| 문제+자료 분석 |

- 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 질환을 통틀어 대사성 질환이라 하며 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 등이 있다.
- 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많은 상태가 오랜 기간 지속되면 비만이 되어 당뇨병, 고지혈증 등의 대사성 질환을 유발할 수 있다.

| 선택지 분석 |

A. 우리 몸의 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 모든 질환을 통틀어 대사성 질환이라 한다.

B. 대사성 질환에는 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 등이 있다. 당뇨병은 혈당 조절에 이상이 생겨 혈중 포도당 농도가 높아지는 질환으로 유전이나 생활 습관 등에 의해 생길 수 있다.

C. 에너지 소비량보다 에너지 섭취량이 많은 에너지 과잉 상태가 지속되면 비만이 되며, 당뇨병, 고지혈증 등 대사성 질환을 유발할 수 있다.

＊대사성 질환의 종류와 증상

당뇨병	혈당 조절에 필요한 인슐린의 분비가 부족하거나 인슐린이 제대로 작용하지 못해 발생한다.
고혈압	혈압이 정상보다 높은 만성 질환으로, 심혈관계 질환 및 뇌혈관계 질환의 원인이 된다.
고지혈증	혈액 속에 콜레스테롤이나 중성 지방이 등이 과다하게 들어 있는 상태를 말하며, 심혈관계 질환의 원인이 된다.

07 정답 ② * 대사성 질환 ····· [정답률 69%]

| 문제+자료 분석 |

- **기초 대사량**: 심장 박동, 체온 조절 등 생명을 유지하는 데 쓰이는 에너지양이다.
- **활동 대사량**: 기초 대사량 외에 신체 활동을 하는데 필요한 에너지양이다.
- **대사성 질환**: 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 질병이다.

| 선택지 분석 |

A. 체온 조절, 심장 박동, 혈액 순환 등과 같은 생명 현상을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양을 기초 대사량이라 한다.

B. 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 지나치게 많을 경우 체지방이 과다하게 쌓여 비만이 되고, 비만은 고혈압, 당뇨병 등의 대사성 질환과 밀접한 관계가 있다.

C. 대사성 질환은 잘못된 생활 습관, 과도한 영양 섭취, 운동 부족 등으로 에너지 불균형이 지속된 결과 발생하며, 스트레스나 유전 등에 의해서도 발생할 수 있다.

08 정답 ① * 대사성 질환

| 문제+자료 분석 |

- **대사성 질환**: 우리 몸에서 물질대사 장애에 의해 발생하는 질환이다. 대사성 질환에는 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 등이 있다.

| 선택지 분석 |

① 고혈압(A)은 유전적 요인과 환경적 요인이 함께 작용하여 나타난다.

② 당뇨병(B)에는 혈당 수치를 조절하는 호르몬인 인슐린 분비에 이상이 생기는 경우와 인슐린은 정상적으로 분비되는데 이를 수용하고 반응하는 세포에 이상이 생기는 경우가 있다.

③ 비만인 사람은 평균인 사람보다 지방이 간에 축적되어 지방간(C)이 될 가능성이 높다.

④ 혈압이 정상 범위보다 높은 고혈압(A)과 혈당 수치가 높은 당뇨병(B)은 모두 심장의 혈관에 부담을 주는 질환으로, 심혈관 질병이 합병증으로 올 수 있다.

⑤ 당뇨병으로 인해 시력 상실, 조직 괴사 등의 증상이 나타날 수 있다.

09 정답 ⑤ * 대사성 질환 ····· [정답률 84%]

| 문제+자료 분석 |

- **대사성 질환**: 몸에서 물질대사 장애로 발생하는 질환이며, 당뇨병, 고혈압, 고지질 혈증(고지혈증), 심혈관 질환, 뇌혈관 질환 등이 있다.

| 선택지 분석 |

A. 대사성 질환은 몸에서 물질대사 이상으로 발생하는 질환을 말한다.

B. 대사성 질환에는 당뇨병을 비롯하여 고혈압, 고지질 혈증(고지혈증), 심혈관 질환, 뇌혈관 질환 등이 있다.

C. 비만은 체내에 체지방이 과다하게 쌓여 있는 상태로, 특히 복부 비만이 되면 대사성 질환에 걸릴 가능성이 높아진다.

10 정답 ③ * 대사성 질환 ····· [정답률 74%]

| 문제+자료 분석 |

- 대사성 질환은 영양 불균형이나 운동 부족, 유전적인 효소 이상 등으로 인해 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 모든 종류의 질환을 뜻한다. 비만, 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등이 대사성 질환에 해당한다.
- 기초 대사량은 생명 활동을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양을 말하며 몸을 이루는 근육이 발달하면 기초 대사량이 높아진다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 운동 부족은 대사성 질환의 원인이 될 수 있다.

ㄴ. 고혈압과 당뇨병 등은 대사성 질환의 종류 중 하나이다.

ㄷ. 기초 대사량은 생명 활동을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양을 말한다. 하루 동안 활동하는 데 필요한 모든 에너지양은 1일 대사량이다.

11 핵심 키워드: 인슐린

모범 답안 당뇨병은 인슐린의 분비가 부족하거나 인슐린이 제대로 작용하지 못했을 때 일어난다. 증상으로는 혈당량이 정상보다 높으며, 오줌 속에 포도당이 섞여 나온다.

| 문제+자료 분석 |

- 당뇨병은 물질대사 장애에 의해 발생하는 대사성 질환의 한 종류이다.
- 이자의 β세포가 파괴되어 인슐린이 생성되지 못하는 것을 제 1형 당뇨병, 인슐린의 표적 세포가 인슐린에 반응하지 못하는 것을 제 2형 당뇨병이라고 한다.

＊채점 기준

당뇨병의 원인과 증상을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
당뇨병의 원인과 증상 중 1가지만 옳게 서술한 경우	50 %

내신 1등급 문제 문제편 64p

12 정답 ④ * 기초 대사량과 활동 대사량

| 문제+자료 분석 |

- 성인 남자의 활동 유형에 따른 에너지 소비량을 계산하려면 다음과 같은 계산이 필요하다.

단위 시간당 소비 에너지 총량 × 몸무게 × 시간

| 보기 분석 |

ㄱ. 단위 시간당 소비되는 에너지양을 보면, 청소는 3.0 kcal, 빨래는 3.4 kcal의 에너지가 소비되므로 빨래가 청소보다 더 많은 에너지를 소비한다.

ㄴ. 체중이 60 kg인 남자가 청소를 1시간, 달리기를 1시간 하면 (3[청소]+8[달리기]) × 60 kg × 1시간 = 660 kcal의 에너지를 소비한다.

ㄷ. 기초 대사량은 생명을 유지하는 데 기본적으로 필요한 에너지양이다. 빨리 걷기는 활동 대사량에 포함된다.

13 정답 ③ * 1일 대사량

| 문제+자료 분석 |

- 1일 대사량 = 기초 대사량 + 활동 대사량 + 음식물 이용을 위한 에너지 소비량이다.
- 구성 원소에 질소(N)가 있는 주영양소는 단백질에 해당한다. 따라서 ㉠은 탄수화물, ㉡은 단백질이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 탄수화물이고, ㉡은 지방이다.

ㄴ. 영수가 표에서 섭취하고 있는 영양소별 열량 섭취 비율은 탄수화물이 $250 \times 4 = 1000$ kcal으로 28 %, 단백질이 $200 \times 4 = 800$ kcal으로 22 %, 지방이 $200 \times 9 = 1800$ kcal으로 50 %이다. 영수는 탄수화물의 양을 늘리고 지방(㉡)의 양을 줄여야 한다.

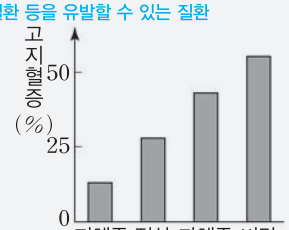
ㄷ. 표의 영양소 섭취량에 대한 총열량을 계산하면 $1000 + 800 + 1800 = 3600$ kcal이고, 영수의 1일 대사량이 3700 kcal이므로 영수가 표와 같이 계속 섭취하게 되면 체중이 감소할 것이다.

수능 대비 기출 문제 문제편 66p

01 정답 ⑤ * 대사성 질환 ····· [정답률 96%]

표는 성인의 체질량 지수에 따른 분류를, 그림은 이 분류에 따른 고지혈증을 나타내는 사람의 비율을 나타낸 것이다.
고지혈증: 혈액에 지질 성분이 증가하여 심혈관계 질환 등을 유발할 수 있는 질환

체질량 지수*	분류
18.5 미만	저체중
18.5 이상 23.0 미만	정상 체중
23.0 이상 25.0 미만	과체중
25.0 이상	비만



*체질량 지수 = 몸무게 (kg) / 키의 제곱 (m^2)
체질량 지수가 클수록 고지혈증인 사람 많음

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. 체질량 지수가 20.0인 성인은 정상 체중으로 분류된다.
→ 체질량 지수가 18.5 이상 23.0 미만인 성인은 정상 체중

ㄴ. 고지혈증을 나타내는 사람의 비율은 비만인 사람 중에서가 정상 체중인 사람 중에서보다 높다.
→ 체질량 지수가 클수록 고지혈증을 나타내는 사람의 비율이 높음

ㄷ. 대사성 질환 중에는 고지혈증이 있다.
→ 고지혈증은 잘못된 생활 습관으로 인해 물질대사에 이상이 생긴 대사성 질환

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- **체질량 지수**: 자신의 몸무게를 키의 제곱으로 나눈 값으로 BMI라고도 한다. 체질량 지수에 따라 저체중, 정상 체중, 과체중, 비만을 나누어 분류한다.
- **고지혈증**: 고지혈증은 혈액에 지질 성분이 증가하여 심혈관계 질환 등을 유발할 수 있는 질환이다.

| 보기 분석 |

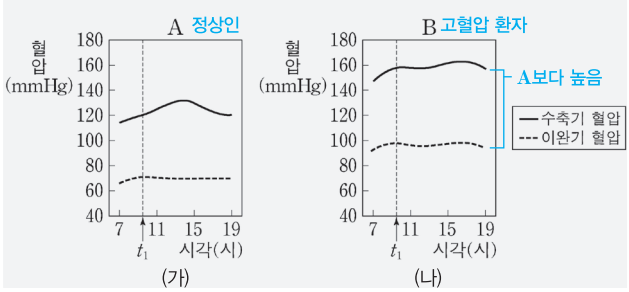
ㄱ. 체질량 지수는 자신의 몸무게를 키의 제곱으로 나눈 값으로 이 값이 18.5 이상 23.0 미만이면 정상 체중으로 분류한다.

ㄴ. 비만인 사람 중 50 % 가량이 고지혈증을 나타내며 정상 체중인 사람 중 25 % 가량이 고지혈증을 나타낸다. 고지혈증을 나타내는 사람의 비율은 정상 체중인 사람 중에서보다 비만인 사람 중에서가 더 높다.

ㄷ. 체질량 지수가 높을수록 고지혈증을 나타내는 사람의 비율이 높아진다. 고지혈증은 대사성 질환의 예이다.

02 정답 ③ * 대사성 질환 ····· [정답률 95%]

그림 (가)와 (나)는 각각 사람 A와 B의 수축기 혈압과 이완기 혈압의 변화를 나타낸 것이다. A와 B는 정상인과 고혈압 환자를 순서 없이 나타낸 것이다.
고혈압: 혈압이 정상보다 높은 만성 질환



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. 대사성 질환 중에는 고혈압이 있다.
→ 대사성 질환에는 고혈압, 당뇨병, 고지질 혈증(고지혈증) 등이 있음

ㄴ. t_1일 때 수축기 혈압은 A가 B보다 높다.
→ t_1일 때 수축기 혈압은 A가 약 120 mmHg, B가 약 160 mmHg

ㄷ. B는 고혈압 환자이다.
→ 수축기 혈압과 이완기 혈압이 모두 B가 A보다 높음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 고혈압은 혈압이 정상보다 높은 만성 질환으로, 심혈관계 질환 및 뇌혈관계 질환의 원인이 된다.
- 수축기 혈압 120 mmHg/이완기 혈압 80 mmHg 미만인 정상인(A)에 비해 고혈압 환자(B)는 수축기 혈압 140 mmHg/이완기 혈압 90 mmHg 이상으로 혈압이 높아진 상태이다.

| 보기 분석 |

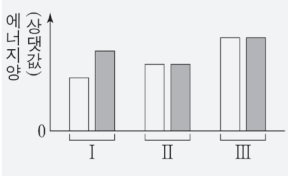
ㄱ. 대사성 질환이란 우리 몸에서 물질대사 이상으로 발생하는 모든 질환으로 당뇨병, 고혈압, 고지질 혈증(고지혈증), 심혈관 질환, 뇌혈관 질환 등이 있다.

ㄴ. t_1일 때 A의 수축기 혈압은 약 120 mmHg이고, B의 수축기 혈압은 약 160 mmHg이다. 따라서 t_1일 때 수축기 혈압은 A가 B보다 낮다.

ㄷ. A의 혈압은 대략 수축기 혈압 120 mmHg/이완기 혈압 70 mmHg이며, B의 혈압은 대략 수축기 혈압 160 mmHg/이완기 혈압 100 mmHg이다. 수축기 혈압과 이완기 혈압이 모두 B가 A보다 높으므로 B가 고혈압 환자이다.

03 정답 ② * 에너지 대사 ····· [정답률 94%]

그림은 사람 Ⅰ~Ⅲ의 에너지 소비량과 에너지 섭취량을, 표는 Ⅰ~Ⅲ의 에너지 소비량과 에너지 섭취량이 그림과 같이 일정 기간 동안 지속되었을 때 Ⅰ~Ⅲ의 체중 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 에너지 소비량과 에너지 섭취량을 순서 없이 나타낸 것이다.
사람 Ⅰ : 체중 증가
에너지 섭취량 > 에너지 소비량



사람	체중 변화
Ⅰ	증가함
Ⅱ	변화 없음
Ⅲ	변화 없음

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. ㉠은 에너지 섭취량이다.
→ ㉠은 에너지 소비량

ㄴ. Ⅲ은 에너지 소비량과 에너지 섭취량이 균형을 이루고 있다.
→ 에너지 소비량과 섭취량이 비슷하여 체중 변화 없음

ㄷ. 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 적은 상태가 지속되면 체중이 증가한다.
→ 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많은 상태가 지속되면 체중 증가

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 사람 Ⅰ의 체중이 증가하는 것은 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많은 상태가 지속되기 때문이다.
- 사람 Ⅰ에서 ㉡이 ㉠보다 많으므로 ㉠은 에너지 소비량, ㉡은 에너지 섭취량을 나타낸 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 체중이 증가한 사람 Ⅰ에서 ㉠보다 ㉡이 많으므로 ㉠은 에너지 소비량이다.
ㄴ. 사람 Ⅲ은 에너지 소비량과 에너지 섭취량이 거의 비슷하게 균형을 이루고 있어 체중의 변화가 없다.
ㄷ. 사람 Ⅰ과 같이 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많은 상태가 지속되면 체중이 증가한다. 반대로 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 적은 상태가 지속되면 체중이 감소한다.

04 정답 ④ * 대사성 질환 ····· [정답률 85%]

표는 사람의 질환 (가)와 (나)의 특징을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 당뇨병과 고지혈증을 순서 없이 나타낸 것이다.

질환	특징
고지혈증 (가)	혈액에 콜레스테롤과 중성 지방 등이 정상 범위 이상으로 많이 들어 있다. 심혈관계 질환을 일으킴
당뇨병 (나)	호르몬 ㉠의 분비 부족이나 작용 이상으로 혈당량이 조절되지 못하고 오줌에서 포도당이 검출된다. → ㉠은 혈당량을 낮추는 인슐린

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]
ㄱ. (가)는 당뇨병이다.
→ 혈액에 콜레스테롤과 중성 지방 등이 쌓이는 질환은 고지혈증
ㄴ. ㉠은 이자에서 분비된다.
→ ㉠은 인슐린으로 이자의 β세포에서 분비
ㄷ. (가)와 (나)는 모두 대사성 질환이다.
→ 대사성 질환은 우리 몸에서 물질대사 장애에 의해 발생하는 질환

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 대사성 질환의 종류에는 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 등이 있다.
- (가): 고지혈증은 혈액 속에 콜레스테롤이나 중성 지방이 많은 상태로 지질 성분이 혈관 내벽에 쌓이면 혈관이 막히거나 탄력이 떨어져 심혈관계 질환이 나타난다.
- (나): 당뇨병은 혈당량을 낮추는 인슐린 분비의 이상이나 인슐린 작용의 이상에 의해 혈당이 정상보다 높아지고, 오줌 속에 포도당이 섞여 나오는 질환이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 고지혈증, (나)는 당뇨병이다.
ㄴ. 당뇨병은 인슐린의 분비 부족이나 작용 이상으로 혈당량이 조절되지 않는 질환이고, 인슐린은 부교감 신경에 의해 이자의 β세포에서 분비된다. ㉠은 인슐린이므로 ㉠(인슐린)은 이자에서 분비된다.
ㄷ. 대사성 질환은 물질대사 장애에 의해 발생하는 질환으로 고지혈증(가), 당뇨병(나), 고혈압 등이 있다.

* 대사성 질환의 종류와 증상

당뇨병	혈당 조절에 필요한 인슐린의 분비가 부족하거나 인슐린이 제대로 작용하지 못해 발생한다.
고혈압	혈압이 정상보다 높은 만성 질환으로, 심혈관계 질환 및 뇌혈관계 질환의 원인이 된다.
고지혈증	혈액 속에 콜레스테롤이나 중성 지방이 등이 과다하게 들어 있는 상태를 말하며, 심혈관계 질환의 원인이 된다.

F 자극의 전달

내신 대비 필수 문제 문제편 73~76p

01 정답 ⑤ * 뉴런의 구조

| 문제+자료 분석 |

- 제시된 뉴런의 모습은 신경 세포체가 크고 긴 축삭 돌기가 발달되어 있는 전형적인 뉴런의 형태로, 원심성 뉴런의 구조이다.

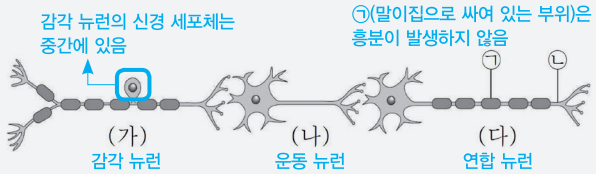
| 선택지 분석 |

① A는 신경 세포체로, 핵과 많은 세포 소기관이 존재하여 생명 활동에 필요한 물질대사가 활발하게 일어난다.
② B는 말초 신경계에서 슈반 세포의 세포막이 길게 늘어나 축삭을 여러 겹으로 감아 형성된 말이집이다.
③ 축삭 돌기에서 말이집(B)으로 싸여 있는 부분은 막을 통한 이온의 이동이 막혀 말이집(B)으로 싸여 있지 않은 랑비에 결절에서만 신호가 전달되는 도약전도를 통해 흥분이 전도된다.
④ C는 축삭 돌기로, 다른 뉴런이나 반응기로 흥분을 전달하는 역할을 한다.
⑤ 신경 세포체가 축삭 돌기의 중간에 위치하는 것은 구심성 뉴런의 구조적 특징이다.

* 랑비에 결절과 도약전도

랑비에 결절	말이집 신경의 곳곳에 말이집 없이 노출된 부분이다.
도약전도	말이집 신경에서 흥분이 전도될 때 랑비에 결절에서 다음 랑비에 결절로 건너 뛰어가듯 일어나는 것이다.

02 정답 ① * 뉴런의 종류와 흥분 전달 경로 ····· [정답률 42%]



| 문제+자료 분석 |

- (가) 감각 뉴런: 자극을 받아들인 감각기로부터 발생한 흥분을 연합 뉴런으로 전달한다. 신경 세포체가 축삭 돌기의 끝부분이 아닌 중간 부분에 있다.
- (나) 연합 뉴런: 구심성 뉴런과 원심성 뉴런을 연결하는 뉴런으로 뇌와 척수에 존재한다. 구심성 뉴런으로부터 흥분을 전달받아 정보를 처리하고 처리 결과에 따른 명령을 원심성 뉴런에 전달한다.
- (다) 운동 뉴런: 연합 뉴런으로부터 반응 명령을 전달받아 반응기로 흥분을 전달한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 축삭 돌기의 중간 부분에 있는 신경 세포체를 통해 (가)가 감각 뉴런임을 알 수 있다. (가)는 자극을 수용한 감각 기관으로부터 발행한 흥분을 중추 신경계를 구성하는 연합 뉴런으로 전달하는 역할을 한다.
ㄴ. 말이집 뉴런은 말이집으로 싸여있지 않은 랑비에 결절에서만 흥분이 일어나는데, 랑비에 결절에서 연속적으로 흥분이 발생해 흥분이 전도되는 현상을 도약전도라고 한다. (나) 연합 뉴런에는 말이집이 존재하지 않으므로 도약전도가 일어나지 않는다.
ㄷ. ㉠은 말이집 부위이므로 이 부위에 역치 이상의 자극이 주어지더라도 흥분이 발생하지 않는다. 따라서 ㉡으로 흥분이 전달되지 않으므로 ㉡에서 활동 전위가 발생하지 않는다.

03 정답 ④ * 뉴런의 구조 ····· [정답률 60%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 가지 돌기: 다른 뉴런이나 감각기에서 오는 신호를 받아들이기 위해 신경 세포체에서 뻗어 나온 짧은 돌기이다.
- ㉡ 신경 세포체: 신경 세포의 생명 활동에 필요한 다양한 물질대사가 일어난다.
- ㉢ 말이집: 슈반 세포의 세포막이 길게 늘어나 축삭을 여러 겹으로 감아서 형성된 것이다.

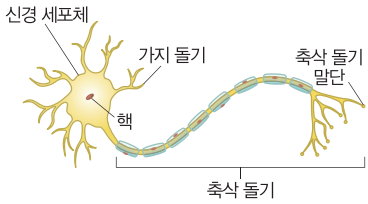
| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 가지 돌기이다.

ㄴ. ㉡(신경 세포체)에서 생명 활동에 필요한 에너지가 생성된다.

ㄷ. ㉢(말이집)은 축삭 돌기를 통한 신호 전달 과정에서 막을 통한 이온의 이동을 막는 절연체 역할을 한다.

* 뉴런의 구조



04 정답 ⑤ * 뉴런의 구조 ····· [정답률 79%]

| 문제+자료 분석 |

- 뉴런은 가지 돌기, 축삭 돌기, 신경 세포체로 구성된다.
- ㉠ 가지 돌기: 다른 뉴런이나 감각기에서 오는 신호를 받아들이기 위해 신경 세포체에서 뻗어 나온 짧은 돌기이다.
- ㉡ 축삭 돌기: 다른 뉴런이나 반응기에서 오는 신호를 전달하기 위해 신경 세포체에서 뻗어 나온 긴 돌기이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 가지 돌기이다.

ㄴ. 말이집 신경에서 말이집으로 싸여 있지 않아 축삭 돌기가 노출된 부분을 랑비에 결절이라고 한다. 말이집 신경의 축삭 돌기에서 흥분은 한 랑비에 결절에서 다음 랑비에 결절로 건너뛰듯이 이동하는데, 이를 도약전도라고 한다. 따라서 ㉡(축삭 돌기)에서 흥분이 이동할 때 도약 전도가 일어난다.

ㄷ. 뉴런은 하나의 세포이고, 물질대사는 생명체 내에서 일어나는 모든 화학 반응이다. 따라서 신경 세포체에서 물질대사가 일어난다.

05 정답 ④ * 막전위 변화 ····· [정답률 70%]

| 문제+자료 분석 |

- t_1일 때 이 지점은 막전위가 $-70\ \mathrm{mV}$로 분극 상태이다.
- t_2일 때 이 지점은 Na^+이 신경 세포 안으로 유입되어 막전위가 상승하는 탈분극이 일어나고 있다.
- t_3일 때 이 지점은 K^+이 신경 세포 밖으로 유출되어 막전위가 하강하는 재분극이 일어나고 있다.

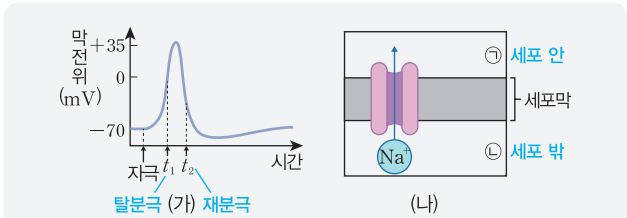
| 보기 분석 |

ㄱ. 이 지점은 t_1일 때 휴지 전위 상태이며 Na^+-K^+ 펌프를 통해 Na^+과 K^+이 이동한다. 따라서 t_1일 때 세포막을 통한 K^+의 이동은 일어난다.

ㄴ. t_2일 때 Na^+이 신경 세포 안으로 유입되어 탈분극이 일어나고, t_3일 때 Na^+통로가 닫힌다. 따라서 Na^+의 막 투과도는 t_2일 때가 t_3일 때보다 크다.

ㄷ. t_3일 때 이 지점은 K^+이 신경 세포 밖으로 유출되어 재분극이 일어나고 있다.

06 정답 ② * 막전위 변화와 이온의 이동 ····· [정답률 84%]



| 문제+자료 분석 |

- (가): t_1은 탈분극이 일어나는 시점이고, t_2는 재분극이 일어나는 시점이다. 탈분극일 때는 세포막의 Na^+ 통로가 많이 열려 있어 Na^+에 대한 막 투과도가 크고, 재분극일 때는 세포막의 K^+ 통로가 많이 열려 있어 K^+에 대한 막 투과도가 크다.
- (나): Na^+은 이온 통로를 통해 확산되고 있으므로 ㉠은 Na^+ 농도가 낮은 세포 안이고, ㉡은 Na^+ 농도가 높은 세포 밖이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 세포 안, ㉡은 세포 밖이다.

ㄴ. K^+의 막 투과도는 재분극 과정이 탈분극 과정에서보다 더 크게 나타난다. 따라서 t_1일 때보다 t_2일 때가 더 크다.

ㄷ. Na^+의 농도는 항상 ㉠에서보다 ㉡에서 높고, K^+의 농도는 항상 ㉠에서보다 ㉡에서 낮다. 따라서 t_2일 때 이온의 $\frac{\text{㉡에서의 농도}}{\text{㉠에서의 농도}}$는 K^+이 Na^+보다 작다.

문제 풀이 Tip

활동 전위 발생 여부와 상관없이 Na^+의 농도는 세포 밖이 높고, K^+의 농도는 세포 안이 높다.

07 정답 ① * 활동 전위

| 문제+자료 분석 |

- 자극을 받았을 때 먼저 막 투과도가 증가하는 ㉠은 Na^+의 막 투과도 변화이며, 막 투과도가 나중에 증가하는 ㉡은 K^+의 막 투과도 변화이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 자극을 받았을 때 세포 안쪽으로 유입되어 탈분극을 일으키는 이온은 Na^+이다. 그러므로 ㉠은 Na^+의 막 투과도 변화이다.

ㄴ. Na^+의 농도는 세포막 바깥쪽이 세포막 안쪽보다 항상 높고, K^+의 농도는 세포막 안쪽이 세포막 바깥쪽보다 항상 높다. 그러므로 t_1일 때 K^+의 농도는 세포막 안쪽이 세포막 바깥쪽보다 높다.

ㄷ. t_2일 때는 재분극 상태이며, Na^+-K^+ 펌프를 통한 세포막 안팎의 Na^+과 K^+의 이동은 항상 일어난다.

08 정답 ② * 흥분의 전도 분석

| 문제+자료 분석 |

- 신경의 어느 지점에 역치 이상의 자극을 주었을 때, 신경 내 흥분의 전도는 양방향으로 일어난다.
- 흥분의 발생 과정은 자극이 주어지지 않았을 때 분극 → 자극이 주어진 후 탈분극 → 이후 재분극 → 재분극이 지나쳐서 과분극 → 다시 분극의 과정을 거치게 된다.
- 자극을 준 지점에 가까울수록 흥분이 빨리 도달되어 활동 전위가 먼저 발생하여 흥분 전도가 많이 진행된다. 따라서 막전위의 변화 그래프에서 막전위 변화 시간이 오른쪽에 위치할수록 자극을 준 부분과 가까워서 자극이 먼저 도달한 것임을 알 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 자극을 준 지점에서 가까울수록 탈분극이 먼저 일어나므로, 이 신경에 역치 이상의 자극을 1회 준 후 3 ms 동안 막전위 변화가 가장 많이 진행된 C가 자극을 준 지점이며 A는 탈분극이 가장 늦게 일어났으므로 자극을 준 지점에서 가장 멀리 떨어진 지점이다.

ㄴ. B에서 t_1일 때는 자극이 주어진 후 탈분극이 일어나고 있는 중으로, Na^+ 통로가 열리고 Na^+이 세포막 밖에서 안으로 확산되어 세포막 내부의 전위가 높아지고 있다.

ㄷ. Na^+-K^+ 펌프에 의해 Na^+은 막 안에서 밖으로, K^+은 막 밖에서 안으로 능동 수송된다. 따라서 C에서 t_1일 때 뿐만 아니라 항상 K^+의 농도는 세포막 안이 세포막 밖보다 높다.

09 정답 ⑤ * 흥분의 전도 ····· [정답률 51%]

| 문제+자료 분석 |

- 자극을 주고 경과된 시간은 특정 지점에 흥분이 전도되는데 걸린 시간과 흥분이 그 지점에 도착한 후 막전위가 변화한 시간을 합한 것이다.
- P에 역치 이상의 자극을 1회 준 후 d_1~d_3의 막전위가 각각 +30 mV이므로 흥분이 d_1~d_3에 도착한 후 막전위가 변화한 시간은 2 ms이다.
- 신경 A의 지점 P에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과한 시간이 4 ms일 때 P에서 d_1까지의 거리는 4 cm이고, 흥분이 d_1에 도달하는 데 걸린 시간은 총 경과 시간이 4 ms, d_1에 흥분이 도착 후 막전위가 변화한 시간이 2 ms이므로 4−2=2 ms이다. 따라서 A의 흥분 전도 속도는 2 cm/ms이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 신경 A의 지점 P에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과한 시간이 7 ms일 때 d_3에 흥분이 도착 후 막전위가 변화한 시간이 2 ms이므로 흥분이 d_3에 도달하는 데 걸린 시간은 7−2=5 ms이다. A의 흥분 전도 속도는 2 cm/ms이므로 P에서 d_3까지의 거리(㉠)는 10 cm이다.

ㄴ. 신경 A의 지점 P에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과한 시간이 4 ms일 때 P에서 d_1까지의 거리는 4 cm이고, d_1에 흥분이 도착 후 막전위가 변화한 시간이 2 ms이므로 A의 흥분 전도 속도는 2 cm/ms이다.

ㄷ. P에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과한 시간이 2 ms일 때 흥분이 d_1까지 이동하는 데 걸린 시간이 2 ms이므로 d_1에서의 막전위는 휴지 전위인 −70 mV이다. d_3에서의 막전위는 경과한 시간이 2 ms일 때 흥분이 d_3 도착하지 못하므로 휴지 전위인 −70 mV의 값을 갖는다. 따라서 P에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과한 시간이 2 ms일 때 d_1에서의 막전위와 d_3에서의 막전위는 −70 mV로 같다.

문제 풀이 Tip

뉴런에서 두 지점 사이의 거리와 이 두 지점을 흥분이 전도되는 데 걸린 시간이 있으면 흥분 전도 속도를 구할 수 있다.

$$\text{흥분의 전도 속도}=\frac{\text{두 지점 사이의 거리}}{\text{두 지점을 흥분이 이동하는 데 걸린 시간}}$$

10 핵심 키워드: Na^+-K^+ 펌프

모범 답안 세포막에서는 Na^+-K^+ 펌프가 ATP를 사용하여 Na^+은 세포 밖으로 내보내고, K^+은 세포 안으로 이동시켜 이온의 농도 차이를 유지한다.

＊채점 기준

Na^+-K^+ 펌프에 의한 이온의 농도 차이를 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
Na^+-K^+ 펌프에 의해서라고만 서술한 경우	50 %

11 정답 ① * 흥분의 전도 ····· [정답률 55%]

| 문제+자료 분석 |

1st 자극 준 지점 찾기

- −80 mV에 해당하는 막전위를 가지는 지점은 그 지점에 흥분이 도착하고 흥분 전도가 많이 진행되었기 때문에 자극을 준 지점으로부터 가까운 지점이다.
- B에서 d_1의 막전위는 −80 mV이고, d_2의 막전위는 −60 mV이므로 흥분 전도가 더 많이 진행된 d_1에 먼저 흥분이 도착하였다. 흥분이 먼저 도착한 지점이 자극을 준 지점과 더 가깝기 때문에 자극을 준 지점은 P이며, A의 자극을 준 지점은 Q이다.

2nd A의 흥분 전도 속도 구하기

- 자극을 주고 경과된 시간은 특정 지점에 흥분이 전도되는데 걸린 시간과 흥분이 그 지점에 도착한 후 막전위가 변한 시간을 합한 것이다.
- A에서 d_2의 막전위는 −80 mV이므로 자극을 주고 경과된 시간이 4 ms일 때 d_2에서 흥분이 도착한 후 막전위가 변한 시간은 3 ms이다. 따라서 자극을 준 지점에서 d_2까지 흥분이 전도되는데 걸린 시간은 1 ms(4 ms−3 ms)이고, 거리는 2 cm 떨어져 있으므로 A의 흥분 전도 속도는 2 cm/ms이다.

3rd B의 흥분 전도 속도 구하기

- B에서 d_1의 막전위는 −80 mV이므로 자극을 주고 경과된 시간이 4 ms일 때 d_1에서 흥분이 도착한 후 막전위가 변한 시간은 3 ms이다.
- 따라서 자극을 준 지점에서 d_2까지 흥분이 전도되는데 걸린 시간은 1 ms(4 ms− 3 ms)이고, 거리는 1 cm 떨어져 있으므로 B의 흥분 전도 속도는 1 cm/ms이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A의 d_1의 막전위는 0 mV이고, d_2의 막전위는 −80 mV이므로 흥분 전도가 더 많이 진행된 d_2에 먼저 흥분이 도착하였다. 흥분이 먼저 도착한 지점이 자극을 준 지점과 더 가깝기 때문에 자극을 준 지점은 Q이다.

ㄴ. A의 흥분 전도 속도는 2 cm/ms, B의 흥분 전도 속도는 1 cm/ms이다. 따라서 흥분의 전도 속도는 A에서가 B에서보다 빠르다.

ㄷ. 4 ms일 때 B에서 P부터 d_3까지의 거리는 4 cm이고 속도는 1 cm/ms이므로 B의 d_3까지 흥분이 전도되는데 걸린 시간은 4 ms이다. 따라서 4 ms일 때 B의 d_3 막전위는 −70 mV이며, 분극 상태이다.

12 핵심 키워드: 흥분 전도, 흥분 전달

모범 답안 A~D 모두에서 활동 전위가 발생한다. 흥분의 전도는 양 방향, 흥분의 전달은 한 방향으로 일어난다. 따라서 B에 준 자극은 양 방향으로 전도되어 A에서 활동 전위가 발생하며, (나)와 (다) 방향으로 흥분이 전달되어 C와 D에서 활동 전위가 나타난다.

＊채점 기준

활동 전위가 발생한 곳을 고르고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100 %
활동 전위가 발생한 곳을 옳게 고른 경우	50 %

13 정답 ④ * 흥분의 전달 ····· [정답률 72%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ Na^+: 신경 전달 물질의 자극에 의해 열린 이온 통로를 통해 세포 밖에서 세포 안으로 들어와 시냅스 이후 뉴런의 활동 전위를 발생시킨다.
- ㉡ 신경 전달 물질: 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 물질로 시냅스 이후 뉴런의 수용체에 결합하면 이온 통로가 열리게 된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)에서 ㉠(Na^+)의 농도는 세포 밖이 세포 안보다 더 높다. 농도 차에 의한 확산 현상에 의해 ㉠(Na^+)이 세포 밖에서 안으로 들어온다.

ㄴ. ㉡(신경 전달 물질)이 시냅스 이후 뉴런에 존재하는 수용체에 결합하면 이온 통로가 열려 활동 전위를 발생시킨다.

ㄷ. 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 신경 전달 물질이 분비되기 때문에 흥분 전달은 시냅스 이전 뉴런에서 시냅스 이후 뉴런 방향으로 일어난다.

14 정답 ① * 흥분의 전달 ····· [정답률 54%]

| 문제+자료 분석 |

- 시냅스 소포가 축삭 돌기 말단에만 있으므로 흥분의 전달은 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 시냅스 이후 뉴런의 가지 돌기나 신경 세포체 쪽으로만 일어난다.
- A에 역치 이상의 자극을 주면 A, B, C, D에서 모두 활동 전위가 발생한다. 활동 전위가 발생한 신경의 수가 4이므로 ⓐ는 4이며, ㉡은 A이다.
- B에 자극을 주면 B에서만, D에 자극을 주면 D에서만 활동 전위가 발생한다. 활동 전위가 발생한 신경의 수가 1이므로 B와 D는 각각 ㉠과 ⓔ 중 하나이다.
- C에 자극을 주면 C와 D에서 모두 활동 전위가 발생하므로 활동 전위가 발생한 신경의 수가 2인 ㉢은 C이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A에 역치 이상의 자극을 주었을 때 A, B, C, D의 4개 신경에서 모두 활동 전위가 발생하므로 ㉡은 A이고, ⓐ는 4이다.

ㄴ. C에 역치 이상의 자극을 주었을 때 C와 D의 2개 신경에서 모두 활동 전위가 발생하므로 ㉢은 C이다.

ㄷ. ⓔ은 B와 D 중 하나이다. ⓔ을 자극했을 때 다른 신경으로 흥분이 전달되지 않으며, A에도 흥분 전달이 일어나지 않으므로 A의 축삭 돌기 말단에서 신경 전달 물질이 분비되지 않는다.

15 정답 ② * 흥분의 전달

| 문제+자료 분석 |

- 뉴런 사이에서 흥분은 한 방향으로만 전달되며, 말이집 뉴런에서는 도약전도가 일어나므로 민말이집 뉴런보다 전도 속도가 빠르다.
- 흥분은 시냅스 전 뉴런의 축삭 돌기 말단(ⓑ)에서 시냅스 후 뉴런의 신경세포체 또는 가지 돌기(ⓐ) 방향으로 전달된다.
- **A**: P 지점을 자극해도 흥분이 다음 뉴런으로 전달되지 않으므로 Q 지점에서 활동 전위가 발생하지 않는다.
- **B와 C**: P 지점을 자극하면 흥분이 축삭 돌기를 따라 전도되므로 Q 지점에서도 활동 전위가 발생한다.

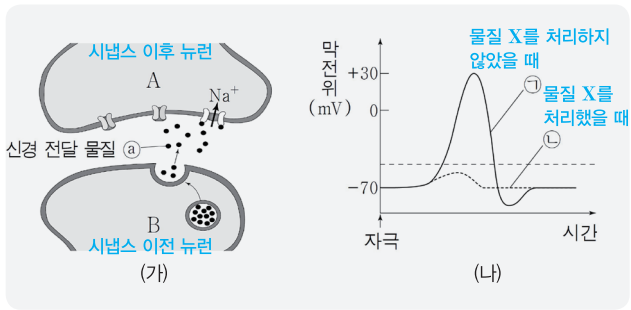
| 보기 분석 |

ㄱ. ⓐ는 시냅스 후 뉴런의 가지 돌기 부위, ⓑ는 시냅스 전 뉴런의 축삭 돌기 말단 부위를 나타낸다. 신경 전달 물질이 들어있는 시냅스 소포는 축삭 돌기 말단에 있으므로 가지 돌기인 ⓐ보다 축삭 돌기 말단인 ⓑ에 많다.

ㄴ. ㉠에서 막전위가 하강하는 재분극이 일어나고 있다. 축삭 돌기 막에 있는 K^+ 통로를 통해 K^+이 농도 차에 따라 세포 안에서 세포 밖으로 확산되기 때문에 일어난다.

ㄷ. 자극을 받은 A의 흥분은 Q 지점으로 전달되지 않으므로 Q 지점의 막전위는 시간이 지나도 변하지 않는 (나)의 Ⅲ에 해당한다. C는 도약전도를 통해 흥분이 빠르게 이동하므로 (나)의 Ⅰ에 해당한다. 따라서 B의 막전위 변화는 (나)의 Ⅱ에 해당한다.

16 정답 ③ * 흥분의 전달 ····· [정답률 54%]



| 문제+자료 분석 |

- (가): 시냅스 이전 뉴런(B)의 흥분이 축삭 돌기 말단에 전도되면 시냅스 소포가 세포막과 융합하여 시냅스 소포에 있던 신경 전달 물질이 시냅스 틈으로 분비된다. 신경 전달 물질이 확산되어 인접한 시냅스 이후 뉴런(A)에 있는 수용체에 결합하고 Na^+ 통로를 열리게 한다.
- (나): 뉴런에 역치 이상에 자극을 주게 되면 막전위가 역치 전위까지 상승되어 탈분극이 일어나게 된다. ㉠은 막전위가 크게 상승하였지만 ㉡은 막전위가 크게 상승하지 않은 것을 통해 물질 X는 시냅스 이후 뉴런의 흥분 발생을 억제하는 물질로 추측해볼 수 있다. 따라서 ㉠은 물질 X를 처리하지 않았을 때, ㉡은 물질 X를 처리했을 때이다.

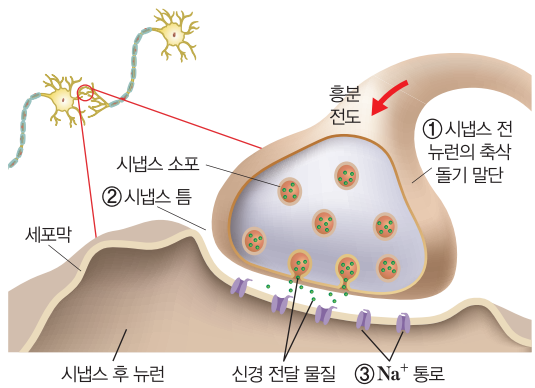
| 보기 분석 |

ㄱ. A는 시냅스 이후 뉴런, B는 시냅스 이전 뉴런이다.

ㄴ. 신경 전달 물질 ⓐ는 시냅스 이후 뉴런(A)에 있는 수용체에 결합하고 Na^+ 통로를 열리게한다. Na^+ 통로가 열리면 Na^+가 세포 밖에서 세포 안으로 확산되면서 Na^+의 막 투과도가 증가한다.

ㄷ. ㉠은 물질 X를 처리하지 않았을 때, ㉡은 물질 X를 처리했을 때이다.

* 시냅스에서의 흥분 전달 과정



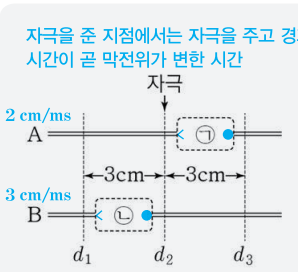
① 시냅스 전 뉴런의 흥분이 축삭 돌기 말단에 전도되면 시냅스 소포가 세포막과 융합한다.

② 시냅스 소포에 있던 신경 전달 물질이 시냅스 틈으로 분비된다.

③ 신경 전달 물질이 확산되어 인접한 시냅스 후 뉴런의 가지 돌기 또는 신경 세포체에 있는 수용체에 결합하고 Na^+ 통로를 열리게 한다. 이 열린 Na^+ 통로를 통해 Na^+이 유입되면서 세포막이 탈분극되어 시냅스 후 뉴런의 축삭 돌기에서 활동 전위가 발생한다.

내신 1등급 문제 문제편 77p

17 정답 ③ * 흥분의 전도와 전달 ····· [정답률 46%]



신경	t_1일 때 막전위(mV)		
	d_1	d_2	d_3
A	0	−80	−60
B	−70	? −80 ⓐ +35	

| 문제+자료 분석 |

1st t_1 추론하기

- 자극을 주고 경과된 시간=흥분이 각 지점에 도달하는 데 걸린 시간+흥분이 도달한 후 막전위가 변한 시간이다. 자극을 준 지점은 흥분이 전도되는 데 걸린 시간이 0이므로 자극을 준 지점에서는 자극을 주고 경과된 시간 이 곧 막전위가 변한 시간이다.
- A의 d_2에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과한 시간이 t_1일 때, d_2에서 측정한 막전위가 −80 mV이므로 자극을 주고 3 ms이 경과한 후 측정한 것임을 알 수 있다. 따라서 t_1은 3 ms이다.

2nd A와 B의 흥분 전도 속도 구하기

- A의 d_2에서 d_1까지 흥분이 전도되는데 걸리는 시간은 A의 흥분 전도 속도가 2 cm/ms이라면 1.5 ms, A의 흥분 전도 속도가 3 cm/ms이면 1 ms이다.
- A의 d_2의 막전위는 −80 mV이므로 막전위 변화 시간은 3 ms이다. 막전위 변화 시간 3 ms에서 1.5 ms 또는 1 ms를 빼면 1.5 ms 또는 2 ms이다. 1.5 ms일 때 막전위 값이 0이므로 A의 d_1에 막전위 값과 일치한다. 따라서 A의 흥분 전도 속도는 2 cm/ms이고 나머지 B의 흥분 전도 속도는 3 cm/ms이다.

3rd 시냅스에서의 흥분 전달 시간 구하기

- A의 d_2와 d_3 사이에 시냅스가 없다면 흥분이 d_3에 도달하는 데 걸린 시간은 1.5 ms이지만 ㉠에는 시냅스가 있고, 흥분 전달 속도는 흥분 전도 속도에 비해 더 느리다. 따라서 흥분이 d_3에 도달하는 데 걸린 시간은 1.5 ms보다 더 소요되고, 막전위 변화 시간은 1.5 ms 미만이다.
- A의 d_3에서 측정한 막전위는 −60 mV이므로 막전위 변화 시간은 1 ms이며, A의 d_2에서 d_3까지 흥분이 이동하는 데 걸린 시간은 2 ms이고 흥분 전달 시간은 0.5 ms임을 알 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 자극을 준 지점(d_2)에서는 바로 막전위가 변하고 A의 d_2에서의 막전위 값이 −80 mV이므로 t_1은 3 ms이다.

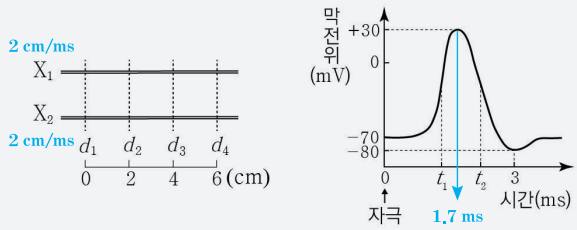
ㄴ. B의 흥분 전도 속도는 3 cm/ms이므로 B의 d_2에 역치 이상의 자극을 주고 흥분이 d_3까지 이동하는 데 걸린 시간은 1 ms이며, 막전위는 흥분이 d_3에 도착 후 3−1=2 ms이 지났을 때의 값이다. 따라서 ⓐ는 +35 mV이다.

ㄷ. B의 d_2에 역치 이상의 자극을 주고 3 ms이 경과하였을 때 흥분이 d_1에 도달하였다면 ㉡에 있는 시냅스에서 흥분 전달 시간은 ㉠에서의 흥분 전달 시간과 같이 0.5 ms이 소요되므로 d_2에서 d_1까지 흥분이 이동하는 데 걸린 시간은 1.5 ms이다. d_1에 흥분이 도착하고 1.5 ms동안 막전위가 변화하여 막전위 값은 0 mV이어야하는데 −70 mV이므로 흥분이 d_1에 도달하지 않았다는 것을 알 수 있고 B의 흥분 전달 방향은 오른쪽이다. B의 d_1에 역치 이상의 자극을 주고 경과된 시간이 5 ms일 때, 흥분이 d_3에 도달하는 데 걸린 시간은 2.5 ms(d_1에서 d_2까지 흥분이 이동하는 데 걸린 시간 1.5 ms+d_2에서 d_3까지 흥분이 전도 되는 데 걸린 시간 1 ms)이므로 d_3에 흥분이 도착한 후 막전위 변화 시간이 2.5 ms인 시점에서 d_3는 재분극 상태이다.

문제 풀이 Tip

흥분 전도에 대한 문제에 접근할 때는 막전위가 +30 mV 또는 −80 mV인 지점을 먼저 분석한다.
+30 mV와 −80mV는 막전위 변화 그래프의 한 시점에서만 나타나기 때문에 어느 시점인지 바로 특정 지을 수 있다.

18 정답 ① * 흥분의 전도 ····· [정답률 49%]



(가) (나)

자극을 준 지점	d_1	d_2
경과한 시간 (ms)	3.7	2.7

=흥분이 각 지점에 도달하는 데 걸린 시간
+흥분이 도달한 후 막전위가 변한 시간

| 문제+자료 분석 |

1st X_1의 흥분 전도 속도 구하기

- 흥분 전도 속도=$\frac{\text{해당 지점까지의 거리}}{\text{흥분 전도 시간}}$이므로 시간과 거리를 알아야 속도를 구할 수 있다.
- X_1의 d_2와 d_3에 준 자극이 d_4에 도달하기까지 경과한 시간의 차이가 1 ms이므로 d_2에서 d_3까지 흥분 전도 시간은 1 ms이며, X_1의 d_2와 d_3 사이의 거리는 2 cm이다. 따라서 X_1의 흥분 전도 속도=$\frac{\text{해당 지점까지의 거리}}{\text{흥분 전도 시간}}$ =$\frac{2}{1}$이므로 2 cm/ms이다.
- 자극을 주고 경과된 시간=흥분이 각 지점에 도달하는 데 걸린 시간+흥분이 도달한 후 막전위가 변한 시간이다. X_1의 흥분 전도 속도가 2 cm/ms이고 d_3에 자극을 준 후 d_4의 막전위가 +30 mV가 될 때까지 경과한 시간이 2.7 ms이므로 어떤 지점에 자극이 도달한 후, 막전위 변화 시간이 2.7−1=1.7 ms일 때 막전위가 +30 mV가 된다.

2nd X_2의 흥분 전도 속도 구하기

- X_2의 d_1에 역치 이상의 자극을 주고 경과된 시간이 5 ms일 때, d_3의 막전위가 −80 mV이므로 막전위 변화 시간은 3 ms이다.
- d_1에 준 자극이 d_3에 도달하기까지 흥분 전도 시간이 5−3=2 ms이고, X_2의 d_1과 d_3 사이의 거리는 4 cm이므로 X_2의 흥분 전도 속도는 2 cm/ms이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (나)에서 t_1은 탈분극 상태로 Na^+의 막 투과도가 높으며 t_2는 재분극 상태로 Na^+의 막 투과도가 낮다.

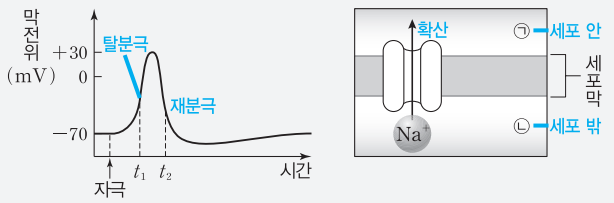
ㄴ. X_2의 흥분 전도 속도가 2 cm/ms이므로 ㉠이 3 ms일 때, X_2의 d_1에 준 자극이 d_2에 도달하는데 걸리는 시간은 1 ms, 막전위 변화 시간은 3−1=2 ms이다. 1.7 ms일 때 막전위가 +30 mV이므로 2 ms일 때는 재분극이 일어나고 있다.

ㄷ. d_1~d_4 사이에서 X_1과 X_2의 흥분 전도 속도는 모두 2 cm/ms이므로 $\frac{X_1\text{의 흥분 전도 속도}}{X_2\text{의 흥분 전도 속도}}$는 1이다.

수능 대비 기출 문제 문제편 79~81p

01 정답 ③ * 흥분의 발생 과정 ····· [정답률 69%]

그림 (가)는 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때 이 뉴런의 축삭 돌기 한 지점에서 측정한 막전위 변화를, (나)는 t_1일 때 이 지점에서 Na^+ 통로를 통한 Na^+의 확산을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 세포 안과 세포 밖 중 하나이다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. Na^+의 막 투과도는 t_1일 때가 t_2일 때보다 크다.
→ Na^+의 막 투과도는 탈분극 시점인 t_1일 때가 재분극 시점인 t_2일 때보다 큼

ㄴ. t_2일 때 K^+은 K^+ 통로를 통해 ㉠에서 ㉡으로 확산된다.
→ t_2일 때 K^+은 K^+ 통로를 통해 세포 안(㉠)에서 세포 밖(㉡)으로 확산

ㄷ. t_2일 때 이온의 $\frac{\text{㉡에서의 농도}}{\text{㉠에서의 농도}}$는 K^+이 Na^+보다 ~~크다~~ 작다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): t_1은 탈분극이 일어나는 시점이고, t_2는 재분극이 일어나는 시점이다. 탈분극일 때는 세포막의 Na^+ 통로가 많이 열려 있어 Na^+에 대한 막 투과도가 크고, 재분극일 때는 세포막의 K^+ 통로가 많이 열려 있어 K^+에 대한 막 투과도가 크다.
- (나): Na^+은 이온 통로를 통해 확산되고 있으므로 ㉠은 Na^+ 농도가 낮은 세포 안이고, ㉡은 Na^+ 농도가 높은 세포 밖이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. Na^+의 막 투과도는 탈분극 시점인 t_1일 때가 재분극 시점인 t_2일 때보다 크다.

ㄴ. 재분극 시점인 t_2일 때 K^+은 K^+ 통로를 통해 세포 안(㉠)에서 세포 밖(㉡)으로 확산된다.

ㄷ. Na^+의 농도는 항상 ㉠에서보다 ㉡에서 높고, K^+의 농도는 항상 ㉠에서보다 ㉡에서 낮다. 그러므로 이온의 $\frac{\text{㉡에서의 농도}}{\text{㉠에서의 농도}}$는 K^+이 Na^+보다 작다.

문제 풀이 Tip

활동 전위 발생 여부와 상관없이 Na^+의 농도는 세포 밖이 높고, K^+의 농도는 세포 안이 높다.

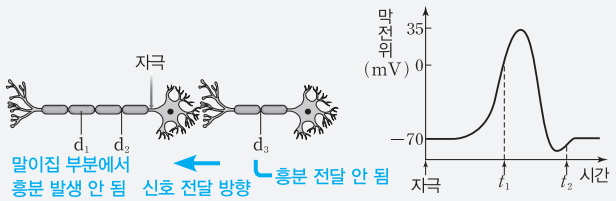
* 흥분의 전도 과정

① **분극**: 뉴런이 자극을 받기 전에는 Na^+-K^+ 펌프의 작용과 열려 있는 K^+ 통로를 통한 K^+ 유출에 의해 분극 상태가 된다.
② **탈분극**: 역치 이상의 자극에 의해 Na^+ 통로가 열리고 Na^+이 세포 안으로 확산되어 탈분극이 일어난다.
③ **재분극**: 대부분의 K^+ 통로가 열리고 K^+이 세포 밖으로 확산되어 재분극이 일어난다.
④ **분극**: 재분극이 일어난 부위는 Na^+-K^+ 펌프의 작용으로 분극 상태가 된다.

02 정답 ④ * 흥분의 전도와 전달 ····· [정답률 63%]

축삭 돌기 쪽에서 가지 돌기 쪽으로 흥분 전달

그림 (가)는 시냅스로 연결된 두 개의 뉴런을, (나)는 (가)의 특정 부위에 역치 이상의 자극을 주었을 때 지점 d_2에서의 시간에 따른 막전위를 나타낸 것이다.



(가) (나)

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. t_1일 때 d_2에서 Na^+ 통로를 통해 Na^+이 세포 안으로 유입된다. → 탈분극이므로 Na^+이 세포 안으로 유입

ㄴ. t_2일 때 d_3에서 휴지 전위가 나타난다.
→ 시냅스 전 뉴런으로 흥분이 전달되지 않아 d_3에서 휴지 전위가 나타남

ㄷ. t_2 이후 d_1에서 활동 전위가 나타난다.
→ 말이집에서는 활동 전위가 나타나지 않음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 뉴런에서 흥분의 전달은 축삭 돌기 말단에서 다음 뉴런의 가지 돌기 방향으로 일어난다.
- 말이집은 절연체이기 때문에 전기적인 흥분에 의한 정보가 전달되지 않아 활동 전위가 발생하지 않는다.
- 자극을 준 뉴런의 가지 돌기 앞쪽 뉴런으로는 흥분이 전달되지 않으므로 활동 전위가 발생하지 않는다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (나)가 d_2에서의 막전위 변화를 나타낸 것이므로 t_1일 때 d_2는 탈분극이 일어나고 있다. 탈분극은 Na^+ 통로가 열려 상대적으로 농도가 높은 세포 밖의 Na^+이 세포 안으로 유입되어 일어난다.

ㄴ. d_3 부분은 자극을 준 부분의 가지 돌기 방향의 뉴런에 위치한다. 뉴런 사이의 흥분의 전달은 축삭 돌기 말단에서 가지 돌기 방향으로만 일어나므로 t_2일 때 d_3는 흥분이 발생하지 않는다. 흥분이 발생하지 않으므로 휴지 전위가 나타난다.

ㄷ. 자극이 주어진 부분에서 d_2 방향으로 흥분이 전도된다. 하지만 d_1은 말이집 부분이므로 t_2 이후뿐만 아니라 자극을 계속 주더라도 활동 전위가 나타나지 않는다. 합정

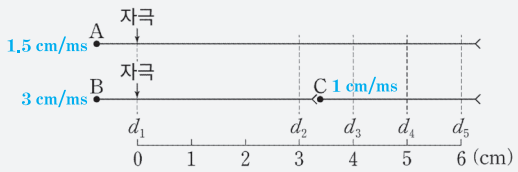
문제 풀이 Tip

말이집과 자극을 준 뉴런의 앞쪽 뉴런에서는 활동 전위가 생기지 않는다.
말이집은 절연체이기 때문에 전기적인 흥분에 의한 정보가 전달되지 않아 활동 전위가 발생하지 않는다. 또한 자극을 준 뉴런의 가지 돌기 앞쪽 뉴런으로는 흥분이 전달되지 않으므로 활동 전위가 발생하지 않는다.

03 정답 ⑤ * 흥분의 전도와 전달 ····· [정답률 72%]

다음은 민말이집 신경 A~C의 흥분 전도와 전달에 대한 자료이다.

○ 그림은 A와 B의 지점 d_1으로부터 d_2~d_5까지의 거리를, 표는 A와 B의 d_1에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 ⓐ ms일 때 A의 d_2와 d_5, B의 d_2, C의 d_3~ d_5에서의 막전위를 나타낸 것이다. ⓐ는 4와 5 중 하나이다.



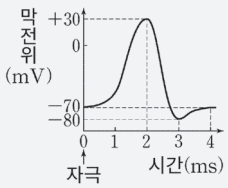
5ⓐ ms일 때 막전위

A의 d_2	A의 d_5	B의 d_2	C의 d_3	C의 d_4	C의 d_5
−80	㉠	−70	+30	㉡	−70

막전위 변화 시간이 1 ms일 때의 막전위

○ A~C의 흥분 전도 속도는 서로 다르며 각각 1 cm/ms, 1.5 cm/ms, 3 cm/ms 중 하나이다.

○ A~C 각각에서 활동 전위가 발생했을 때 각 지점에서의 막전위 변화는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C에서 흥분의 전도는 각각 1회 일어났고, 휴지 전위는 −70 mV이다.) (3점)

[보기]

ㄱ. ⓐ는 5이다.
→ ⓐ는 5

ㄴ. ㉠과 ㉡은 같다.
→ ㉠과 ㉡은 활동 전위가 시작되고 1 ms 지난 후의 막전위로 동일

ㄷ. 흥분 전도 속도는 B가 A의 2배이다.
→ 흥분 전도 속도는 A가 1.5 cm/ms, B가 3 cm/ms이므로 B가 A의 2배

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

1st ⓐ 구하기
- B의 d_2에서의 막전위가 −70 mV이므로 활동 전위가 시작된 후 4 ms 이상 지난 시점이다.
- d_2는 d_1으로부터 3 cm 떨어져 있으므로 B의 흥분 전도 속도가 1 cm/ms라면 ⓐ는 7 이상, 1.5 cm/ms라면 ⓐ는 6 이상, 3 cm/ms라면 ⓐ는 5 이상이 되어야 한다. ⓐ는 4와 5 중 하나라고 문제에 명시되어 있으므로 B의 흥분 전도 속도는 3 cm/ms이고 ⓐ는 5다.

2nd A~C의 흥분 전도 속도 파악하기
- A의 d_2에서의 막전위가 −80 mV이므로 활동 전위가 시작된 후 3 ms가 지난 시점이다. ⓐ가 5이므로 A의 d_1에서 d_2까지 흥분이 전도되는데 걸린 시간은 2 ms이다.
- A의 흥분 전도 속도는 $\frac{3\text{ cm}}{2\text{ ms}}$=1.5 cm/ms이다. B의 흥분 전도 속도는 3 cm/ms이므로 나머지 C의 흥분 전도 속도는 1 cm/ms이다.

3rd ㉠과 ㉡의 막전위 파악하기
- A의 흥분 전도 속도가 1.5 cm/ms이고, d_1에서 d_5까지의 거리가 6 cm이므로 d_1에서 d_5까지 흥분 도달 시간은 4 ms이다.
- 막전위 변화 시간=경과 시간−흥분 도달 시간이므로 A의 d_5에서 막전위 변화 시간=경과 시간(5 ms)−흥분 도달 시간(4 ms)=1 ms이다. 따라서 ㉠은 막전위 변화 시간이 1 ms일 때의 막전위이다.
- C의 흥분 전도 속도가 1 cm/ms이고, 막전위가 +30 mV인 d_3에서 d_4까지의 거리가 1 cm이므로 ㉡은 막전위 변화 시간이 1 ms일 때의 막전위이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ⓐ는 5이다.

ㄴ. ㉠과 ㉡은 막전위 변화 시간이 1 ms일 때의 막전위이므로 ㉠과 ㉡의 값은 같다.

ㄷ. B의 흥분 전도 속도는 3 cm/ms이고 A의 흥분 전도 속도는 1.5 cm/ms이므로 B가 A의 2배이다.

문제 풀이 Tip

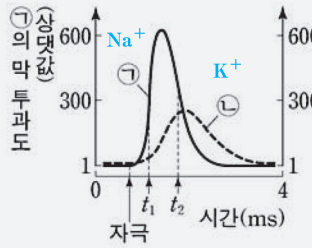
자극을 주고 경과된 시간=흥분이 각 지점에 도달하는 데 걸린 시간+흥분이 도달한 후 막전위가 변한 시간으로 나누어 계산한다.

이를 '흥분이 도달한 후 막전위가 변한 시간=자극을 주고 경과된 시간−흥분이 각 지점에 도달하는데 걸린 시간'으로 바꾸어 그래프를 통해 막전위를 알아낼 수 있다.

04 정답 ⑤ * 뉴런의 활동 전위 ····· [정답률 84%]

그림은 어떤 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때, 이 뉴런 세포막의 한 지점 P에서 측정한 이온 ㉠과 ㉡의 막 투과도를 시간에 따라 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 Na^+과 K^+ 중 하나이다.

역치 이상의 자극이 주어진 후 Na^+ 이온 통로가 먼저 열려 막 투과도가 높아진다



Na^+을 투과시키는 이온 통로보다 K^+ 이온 통로가 늦게 열려 막 투과도가 천천히 높아진다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. t_1일 때, P에서 탈분극이 일어나고 있다.
→ 역치 이상의 자극이 주어진 후 Na^+이 유입되며 탈분극이 일어남

ㄴ. t_2일 때, ㉡의 농도는 세포 안에서가 세포 밖에서보다 높다.
→ K^+의 농도는 세포 안에서가 세포 밖에서보다 항상 높음

ㄷ. 뉴런 세포막의 이온 통로를 통한 ㉠의 이동을 차단하고 역치 이상의 자극을 주었을 때, 활동 전위가 생성되지 않는다.
→ Na^+이 유입이 차단되면 탈분극이 일어나지 않고 활동 전위가 생성되지 않음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |
- ㉠ Na^+: 역치 이상의 자극이 주어진 후 Na^+ 이온 통로가 먼저 열려 막 투과도가 높아진다. Na^+이 세포 밖에서 세포 안으로 유입되며, 세포 안의 막전위가 높아지는 탈분극이 일어난다.
- ㉡ K^+: Na^+을 투과시키는 이온 통로보다 K^+ 이온 통로가 늦게 열려 막 투과도가 천천히 높아진다. K^+이 세포 안에서 세포 밖으로 유출되며, 세포 안의 막전위가 다시 낮아지는 재분극이 일어난다.

| 보기 분석 |

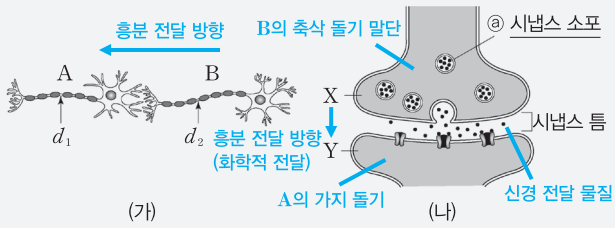
ㄱ. 역치 이상의 자극을 준 후 t_1에서 Na^+ 이온 통로가 열려 세포 밖에서 세포 안으로 Na^+이 유입되어 막전위가 높아지는 탈분극이 일어나고 있다.

ㄴ. ㉡은 K^+이며, K^+의 농도는 세포 안에서가 세포 밖에서보다 항상 높다. 주의

ㄷ. 역치 이상의 자극이 주어지면 Na^+ 이온 통로가 열려 Na^+이 세포 밖에서 세포 안으로 유입되면서 탈분극이 일어난다. Na^+인 ㉠이 이온 통로를 통해 이동하지 못하도록 차단하면, 역치 이상의 자극이 주어져도 탈분극이 일어나지 않아 활동 전위가 생성되지 않는다.

05 정답 ③ * 흥분의 전달 ····· [정답률 86%]

그림 (가)는 시냅스로 연결된 두 뉴런 A와 B를, (나)는 A와 B 사이의 시냅스에서 일어나는 흥분 전달 과정을 나타낸 것이다. X와 Y는 A의 가지 돌기와 B의 축삭 돌기 말단을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. ⓐ에 신경 전달 물질이 들어있다.
→ 축삭 돌기 말단의 시냅스 소포에 들어 있는 신경 전달 물질은 시냅스 틈으로 분비되어 다음 뉴런으로 흥분을 전달한다.

ㄴ. X는 B의 축삭 돌기 말단이다.
→ 신경 전달 물질이 있는 시냅스 소포는 시냅스 전 뉴런의 축삭 돌기 말단에 있고, 흥분은 B에서 A로 전달되므로 X는 B의 축삭 돌기 말단이다.

ㄷ. 지점 d_1에 역치 이상의 자극을 주면 지점 d_2에서 활동 전위가 ~~발생한다~~.
→ 흥분이 B에서 A로 전달되므로 지점 d_1에 역치 이상의 자극을 주어도 지점 d_2로 전달되지 않아 지점 d_2에서 활동 전위가 발생하지 않는다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 흥분은 시냅스 전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 시냅스 후 뉴런의 가지 돌기 쪽으로 전달되므로 (가)에서 흥분은 B에서 A로 전달된다.
- 축삭 돌기 말단에서는 시냅스 소포에 들어 있는 신경 전달 물질이 시냅스 틈으로 방출되므로 (나)에서 흥분은 X에서 Y로 전달된다.
- 따라서 X는 B의 축삭 돌기 말단, Y는 A의 가지 돌기이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 뉴런의 축삭 돌기 말단에 있는 시냅스 소포에는 신경 전달 물질이 들어있다. 시냅스 소포에 들어 있는 신경 전달 물질은 시냅스 틈으로 분비되어 다음 뉴런으로 흥분을 전달한다.

ㄴ. (가)에서 흥분이 B에서 A로 이동하고, (나)에서 흥분이 X에서 Y로 이동하므로, X는 B의 축삭 돌기 말단이고, Y는 A의 가지 돌기이다.

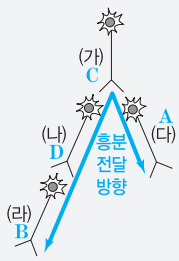
ㄷ. (가)에서 흥분은 B에서 A로 전달된다. 따라서 지점 d_1에 역치 이상의 자극을 주어도 지점 d_2로 전달되지 않아 지점 d_2에서는 활동 전위가 발생하지 않는다.

* 시냅스

시냅스	뉴런과 뉴런 사이의 연결 부위로, 20 nm 가량의 틈이 있다.
시냅스 소포	작은 주머니 모양으로 축삭 돌기 말단에만 분포되어 있으며, 신경 전달 물질을 포함한다.

06 정답 ① * 흥분 전달 ····· [정답률 82%]

그림은 뉴런 (가)~(라)의 연결 상태를, 표는 이 뉴런 중 2개의 뉴런에 역치 이상의 자극을 동시에 주었을 때 활동 전위 발생 여부를 나타낸 것이다. 뉴런 A~D는 각각 (가)~(라) 중 하나이다.



(나)를 자극했음 ∴ A와 D 중 하나는 (나)임
A와 B는 각각 (다)와 (라) 중 하나임

자극을 준 뉴런 \ 뉴런	(가) C	(나) D	(다) A	(라) B
A와 B	−	−	+	+
A와 D	−	+	+	+
B와 D	㉠ −	+	−	+

(라)와 (나)

(+ : 발생함, − : 발생 안 함)

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. (가)는 C이다.
→ (가)에 자극을 주면 (가)~(라)에 모두 흥분이 나타나는데 표에 그런 결과가 없으므로 (가)는 C

ㄴ. ㉠은 ~~×~~이다. → (나)는 D, (다)는 A, (라)는 B이므로 ㉠은 −

ㄷ. A에 역치 이상의 자극을 가하면 C와 D에서 활동 전위가 ~~발생한다~~. → A의 흥분은 다른 뉴런으로 전달되지 않음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 | 주의

- 흥분은 시냅스 전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 시냅스 후 뉴런의 신경 세포체나 가지 돌기로만 전달된다. 따라서 흥분은 (가) → (나) → (라)와 (가) → (다) 방향으로만 전달된다.
- A와 B를 자극했을 때 (다)와 (라)에서만 활동 전위가 발생하므로 A와 B는 각각 (다)와 (라) 중 하나이다.
- A와 D를 자극했을 때 (나), (다), (라)에서 모두 활동 전위가 발생하므로 A와 D는 각각 (나)와 (다) 중 하나이다.
- 따라서 A는 (다), B는 (라), D는 (나)이며, 나머지 C는 (가)이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 (다), B는 (라), D는 (나)이므로 나머지 C는 (가)이다.

ㄴ. B는 (라), D는 (나)이므로 B와 D를 자극하면 (나) → (라)로 흥분이 전달되어 (나)와 (라)에서만 활동 전위가 발생한다. 따라서 (가)에서는 활동 전위가 발생하지 않으므로 ㉠은 −가 될 것이다.

ㄷ. A(다)에 역치 이상의 자극을 가하면 A에서만 활동 전위가 발생한다.

문제 풀이 Tip

가지 돌기에는 시냅스 소포가 없기 때문에 흥분의 전달 방향은 항상 축삭 돌기 말단에서 가지 돌기 방향이다.

* 흥분 전달

흥분 전달	흥분이 축삭 돌기 말단까지 전도되면 시냅스 소포에 들어 있는 아세틸콜린과 같은 신경 전달 물질이 시냅스 틈으로 분비되고, 확산에 의해 다음 뉴런에 도달하여 세포막을 탈분극시킨다.
흥분 전달의 방향성	시냅스 소포는 축삭 돌기 말단에만 있고, 신경 전달 물질의 수용체는 시냅스 후 뉴런의 신경 세포체나 가지 돌기에 있으므로 흥분은 시냅스 전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 시냅스 후 뉴런의 신경 세포체나 가지 돌기 쪽으로만 전달된다.

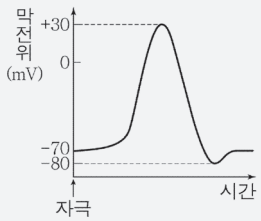
07 정답 ① ＊흥분의 전도 ····· [정답률 68%]

표는 어떤 뉴런의 지점 d_1과 d_2 중 한 지점에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 t_1, t_2, t_3일 때 d_1과 d_2에서의 막전위를, 그림은 d_1과 d_2에서 활동 전위가 발생하였을 때 각 지점에서의 막전위 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 0과 −38을 순서 없이 나타낸 것이고, $t_1 < t_2 < t_3$이다.

자극 지점

경과된 시간	막전위(mV)	
	d_1	d_2
t_1	−10	−33
t_2	㉠ −38	㉡ 0
t_3	−80	+25

과분극



이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 흥분 전도는 1회 일어났고, 휴지 전위는 −70 mV이다.)

[보기]

ㄱ. 자극을 준 지점은 d_1이다. → 자극을 준 지점은 d_1임

ㄴ. ㉠은 0이다. → ㉠은 −38임

ㄷ. t_2일 때 d_2에서 재분극이 일어나고 있다. → t_2일 때 d_2에서는 탈분극이 일어남

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 자극이 주어지게 되면 분극 → 탈분극 → 재분극 과정을 거친다.
- 지점 d_1의 t_3 시점을 제외한 나머지는 모두 휴지 전위인 −70 mV보다 높으므로 탈분극이 일어나거나 재분극이 일어나는 시기 중 하나이며, d_1 지점의 t_3 시점은 −80 mV이므로 과분극 상태이다.
- 따라서 d_1과 d_2 중 먼저 탈분극이 지나간 지점은 d_1이며, 자극을 준 지점은 d_1이다.
- t_3은 t_1보다 시간이 더 경과되었으므로 d_2에서 t_1일 때 막전위 −33 mV는 t_3일 때 막전위인 +25 mV보다 왼쪽에 위치할 것이다. 따라서 d_2에서 t_2일 때 막전위는 탈분극 시점 −33 mV와 +25 mV 사이에 위치해야 한다. 따라서 ㉡은 0이며, 나머지 ㉠은 −38이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. d_1과 d_2의 t_3 시점에서 막전위를 보면 d_1은 −80 mV이고, d_2는 +25 mV이다. 이 중 −80 mV가 막전위 변화 그래프에서 더 오른쪽에 있는 막전위 값이므로, d_1과 d_2 중 자극이 주어진 후 경과된 시간이 긴 지점은 d_1이 된다. 따라서 자극을 준 지점은 d_1이다.

ㄴ. t_1일 때 d_2에서의 막전위는 −33 mV이므로 ㉡이 −38이면 t_3일 때 d_2에서의 막전위는 +25 mV일 수 없다. 따라서 ㉠은 −38, ㉡은 0이다.

ㄷ. t_2일 때 d_2에서의 막전위는 −33 mV에서 +25 mV로 변화하는 중간의 0 mV이므로 탈분극이 일어나고 있는 구간이다.

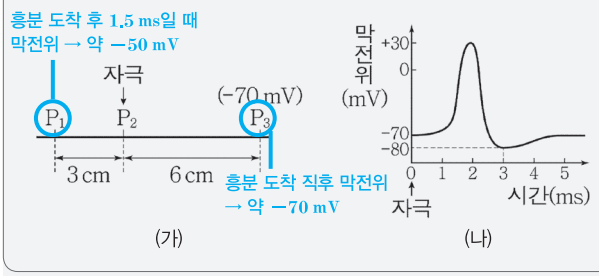
문제 풀이 Tip

1. 흥분 전도에 대한 문제에 접근할 때는 막전위가 −80 mV인 지점을 먼저 분석한다.
   −80 mV는 막전위 변화 그래프의 한 시점에서만 나타나기 때문에 어느 시점인지 바로 특정 지을 수 있다.
2. 자극을 준 후 경과된 시간이 클수록 막전위 그래프에서 오른쪽에 있는 막전위 값을 가진다.

08 정답 ① ＊흥분의 전도 ····· [정답률 67%]

다음은 어떤 민말이집 신경의 흥분 전도에 대한 자료이다.

- 이 신경의 흥분 전도 속도는 2 cm/ms이다.
- 그림 (가)는 이 신경의 지점 P_1~ P_3 중 ㉠P_2에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 3 ms일 때 P_3에서의 막전위를, (나)는 P_1~ P_3에서 활동 전위가 발생하였을 때 각 지점에서의 막전위 변화를 나타낸 것이다.



㉠일 때, 이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 이 신경에서 흥분 전도는 1회 일어났다.) (3점)

[보기]

ㄱ. P_1에서 탈분극이 일어나고 있다. → 흥분 도착 후 1.5 ms가 경과했을 때 → 탈분극 진행 중

ㄴ. P_2에서의 막전위는 −70 mV이다. → 흥분 발생 후 3 ms가 경과했을 때 → 막전위 −80 mV

ㄷ. P_3에서 Na^+−K^+ 펌프를 통해 K^+이 세포 밖으로 이동한다. → Na^+−K^+ 펌프를 통해 Na^+은 세포밖, K^+은 세포안으로 이동

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 이 신경의 흥분 전도 속도는 2 cm/ms이고, P_1과 P_2 사이의 거리가 3 cm이므로 P_2에서 발생한 흥분이 P_1까지 도착하는 데 걸리는 시간은 1.5 ms이다. 따라서 경과된 시간이 3 ms일 때 P_1의 막전위 변화 시간은 1.5 ms이다.
- P_2와 P_3 사이의 거리가 6 cm이므로 P_2에서 발생한 흥분이 P_3까지 도착하는 데 걸리는 시간은 3 ms이다. 따라서 경과된 시간이 3ms일 때 P_3의 막전위 변화 시간은 0 ms이므로 P_3의 막전위는 −70 mV이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. P_2에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 3 ms일 때, P_1에서는 흥분 도착 후 1.5 ms가 흘렀을 때의 막전위가 나타나고 있다. (나)에서 1.5 ms일 때의 막전위는 약 −50 mV이고, 이 막전위는 탈분극이 일어날 때의 막전위이다.

ㄴ. P_2에서 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 3 ms일 때의 막전위는 (나)에서 3 ms일 때의 막전위인 −80 mV이다. 함정

ㄷ. P_3에 존재하는 Na^+−K^+ 펌프는 활동 전위 발생 여부와 상관없이 항상 작동하고 있다. Na^+−K^+ 펌프에 의해 Na^+은 세포 밖으로, K^+은 세포 안으로 능동 수송된다.

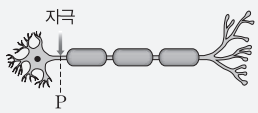
문제 풀이 Tip

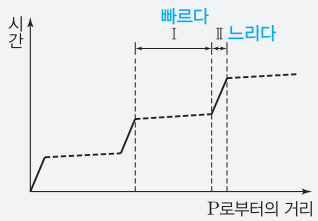
활동 전위 발생 여부와 상관없이 Na^+−K^+ 펌프는 항상 작동하여 Na^+은 세포 밖으로, K^+은 세포 안으로 능동 수송된다.

09 정답 ② * 신경에서의 흥분 전도 ····· [정답률 61%]

그림 (가)는 어떤 말이집 신경을, (나)는 이 신경의 지점 P에 역치 이상의 자극을 1회 주었을 때 발생한 흥분이 축삭 돌기 말단 방향 각 지점에 도달하는 데 경과된 시간을 P로부터의 거리에 따라 나타낸 것이다. Ⅰ과 Ⅱ는 이 신경의 축삭 돌기에서 말이집으로 싸여 있는 부분과 말이집으로 싸여 있지 않은 부분을 순서 없이 나타낸 것이다. Ⅰ Ⅱ

말이집 부분에서는 짧은 시간 동안 긴 길이를 이동 → 도약전도





(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 흥분 전도는 1회 일어났다.) (3점)

[보기]

ㄱ. P가 탈분극 상태일 때 P에서 Na^+의 농도는 세포 밖보다 세포 안이 높다. → Na^+의 농도는 항상 세포 밖이 높음

ㄴ. Ⅰ은 말이집으로 싸여 있지 않은 부분이다. → Ⅰ은 말이집으로 싸인 부분으로 도약전도가 일어남

ㄷ. 이 신경에서 흥분의 이동은 도약전도를 통해 일어난다. → 말이집 신경이므로 도약전도에 의해 흥분이 이동

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 말이집 신경에서는 도약전도가 일어나 흥분 전도 속도가 빠르다.
- 짧은 시간 동안 많은 거리를 이동하면 속도가 빠른 것이므로 Ⅰ에서의 전도 속도가 Ⅱ에서의 전도 속도보다 빠르다.
- 따라서 Ⅰ 부분이 말이집으로 싸여 있어 도약전도가 일어나는 부분이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 탈분극은 농도가 높은 바깥쪽의 Na^+이 세포 안쪽으로 확산에 의해 유입되면서 발생한다. 따라서 Na^+의 농도는 항상 세포 바깥쪽이 세포 안쪽보다 높다.

ㄴ. Ⅰ에서는 Ⅱ에서보다 짧은 시간 동안 P로부터의 거리가 더 크다. 주의 따라서 흥분 전도 속도가 빠른 구간이라고 생각할 수 있다. 이와 같이 흥분이 빠르게 전도된 것은 말이집으로 싸여 있기 때문이다. 말이집으로 싸여 있지 않은 부분은 Ⅱ가 된다.

ㄷ. 이 신경은 말이집 신경이라고 했으므로 도약전도가 일어나 민말이집 신경보다 빠르게 흥분이 전도된다고 생각할 수 있다.

문제 풀이 Tip

이 문제를 풀이하기 위해서 가장 주의해야 할 점은 (나) 그래프의 x축과 y축을 구분하는 것이다. 일반적인 그래프에서처럼 x축을 시간이라고 생각했다가는 바로 함정에 빠질 수 있으니 주의해야 한다.

* 랑비에 결절과 도약전도

랑비에 결절	말이집 신경의 곳곳에 말이집 없이 노출된 부분이다.
도약전도	말이집 신경에서 흥분이 전도될 때 랑비에 결절에서 다음 랑비에 결절로 건너 뛰어가듯 일어나는 것이다.

G 근수축 운동

내신 대비 필수 문제 문제편 86~89p

01 정답 ③ * 근육 원섬유의 구조

| 문제+자료 분석 |

- 액틴 필라멘트로 구성된 ㉠은 I대이다.
- 얇은 ⓐ는 액틴 필라멘트, 굵은 ⓑ는 마이오신 필라멘트이다.

| 선택지 분석 |

① ㉠은 액틴 필라멘트만으로 이루어져 있어 밝게 보이는 I대(명대)이다.
② 가는 필라멘트인 ⓐ는 액틴 필라멘트이고, 굵은 필라멘트인 ⓑ는 마이오신 필라멘트이다.
③ 근육 원섬유 마디인 X의 길이가 짧아지고 길어지는 것은 두 필라멘트 사이의 겹치는 구간이 늘어나고 줄어들면서 나타나는 현상으로, 두 필라멘트 자체의 길이에는 변화가 없으므로 ⓑ의 길이는 변하지 않는다.
④ X가 수축하면 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가므로 마이오신 필라멘트만으로 이루어진 H대의 길이는 짧아진다.
⑤ 근육 원섬유는 액틴 필라멘트만으로 이루어진 밝은 부분(I대)과 마이오신 필라멘트가 있는 어두운 부분(A대)이 반복되어 암대와 명대가 반복되는 가로무늬가 나타난다.

02 정답 ① * 근수축 운동 ····· [정답률 70%]

| 문제+자료 분석 |

- 근육 원섬유에서 I대(명대)는 가느다란 액틴 필라멘트만 있어 밝게 보이고, A대(암대)는 굵은 마이오신 필라멘트가 있어 어둡게 보인다. 따라서 ㉠은 I대(명대)이고, ㉡은 A대(암대)이다.
- 골격근이 수축할 때 근육 원섬유 마디에서 A대(암대)의 길이는 변하지 않고, I대(명대)와 H대의 길이는 짧아진다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 골격근의 근육 섬유는 여러 개의 핵을 가지는 다핵 세포이다. 근육 섬유의 발생 과정에서 여러 개의 세포들이 합쳐져 형성되기 때문에 여러 개의 핵을 가지고 있다.

ㄴ. H대는 A대에서 마이오신만 있는 부분으로 ㉠은 I대이므로 H대가 없다.

ㄷ. 골격근이 수축할 때 I대(㉠)의 길이는 짧아지고, A대(㉡)의 길이는 변화하지 않는다. 따라서 $\frac{\text{㉡의 길이}}{\text{㉠의 길이}}$는 증가한다.

03 정답 (1) ㉠: 액틴 필라멘트, ㉡: 마이오신 필라멘트 (2) B

| 문제+자료 분석 |

- H대는 A대 중 액틴 필라멘트와 겹쳐 있지 않고 마이오신 필라멘트로만 되어 있는 부분이다.

04 정답 ④ * 골격근의 수축 원리 ····· [정답률 51%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 팔을 굽힐 때 근육 A(이두박근)는 수축, 근육 B(삼두박근)는 이완하고, 팔을 펼 때 A는 이완, B는 수축한다.
- (나): 근수축이 일어나는 과정에서 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분(㉠)의 길이는 길어지고, I대(㉡)의 길이와 H대의 길이는 짧아진다.

| 보기 분석 |

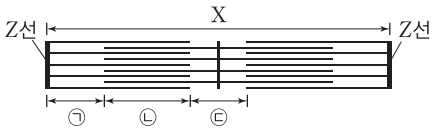
ㄱ. A와 B는 힘줄에 의해서 뼈에 붙어 있으며 몸의 움직임에 관여하므로 모두 골격근이다.

ㄴ. ⓐ는 A대(암대)에 있는 굵은 필라멘트인 마이오신 필라멘트이다.

ㄷ. ㉠+㉡의 길이는 액틴 필라멘트 길이에 해당한다. 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 길이는 근육의 수축과 이완에 관계없이 변하지 않는다. 따라서 B에서 ㉠+㉡의 길이는 변함 없다.

문제 풀이 Tip

근수축 시 길이가 변하지 않는 구간



- 액틴 필라멘트의 길이 ⇨ X−㉢
- 액틴 필라멘트의 길이의 절반 ⇨ ㉠+㉡
- 마이오신 필라멘트의 길이 ⇨ X−2㉠, 2㉡+㉢
- 마이오신 필라멘트의 길이의 절반 ⇨ ㉡+$\frac{1}{2}$㉢

05 핵심 키워드: **근육 수축, 액틴 필라멘트, 마이오신 필라멘트**

모범 답안 (1) ㉠은 액틴 필라멘트이고, ㉡은 마이오신 필라멘트이다.

(2) 마이오신 필라멘트가 액틴 필라멘트를 끌어당겨 두 필라멘트의 겹쳐진 구간이 늘어나면 근육 원섬유 마디 X의 길이가 짧아진다.

| 문제+자료 분석 |

- 굵은 필라멘트는 마이오신 필라멘트, 가는 필라멘트는 액틴 필라멘트이다. 운동 뉴런에서 활동 전위가 발생하면 마이오신 필라멘트가 ATP를 소모하여 액틴 필라멘트를 끌어당기고, 두 필라멘트가 겹쳐짐으로써 근육 원섬유 마디 X의 길이가 줄어드는 근육 수축이 일어난다.

＊채점 기준

㉠과 ㉡을 각각 쓰고, 근육 수축 시 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가 X의 길이가 짧아진다고 옳게 설명한 경우	100 %
㉠과 ㉡을 각각 쓰지 않고, 근육 수축 시 X의 길이가 짧아진다고만 설명한 경우	50 %

06 정답 ④ ＊골격근의 수축 원리 ····· [정답률 72%]

| 문제+자료 분석 |

- 골격근은 여러 개의 근육 섬유 다발로 구성되고, 근육 섬유 다발은 여러 개의 근육 섬유로 구성된다.
- 골격근이 수축하여 근육 원섬유 마디 X의 길이가 감소할 때, 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분(㉠)의 길이가 증가하고, 마이오신 필라멘트만 있는 부분(㉡, H대)의 길이와 액틴 필라멘트만 있는 부분(I대)의 길이는 감소한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 근육 섬유는 근육을 구성하는 근육 세포이고, 근육 세포에는 여러 개의 핵이 존재한다.

ㄴ. ㉠의 길이가 증가할수록 X의 길이가 감소한다. 표에서 ㉠의 길이는 t_1일 때가 t_2일 때보다 길다. 따라서 X의 길이는 t_1일 때가 t_2일 때보다 짧다.

ㄷ. A대의 길이는 '2×(㉠의 길이)+㉡의 길이'이므로 t_2일 때 X에서 A대의 길이는 $2\times0.5+0.6=1.6\ \mu m$이다.

07 정답 ③ ＊근육의 수축

| 문제+자료 분석 |

- 근육의 수축과 이완은 골격근에 분포한 운동 신경의 작용으로 조절된다.

| 선택지 분석 |

① 근육 수축을 위해서는 마이오신 필라멘트가 ATP를 소모하여 액틴 필라멘트를 끌어당겨야 하므로 에너지가 필요하다.

② 근육 수축 시 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 길이는 변하지 않고 두 필라멘트가 겹쳐지는 구간이 늘어나면서 근육 원섬유 마디가 짧아진다.

③ 근육 수축 시 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가 겹치는 부분이 늘어나므로 I대, H대, Z선과 Z선 사이의 길이가 짧아진다.

④ 감각 뉴런이 아닌 운동 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 신경 전달 물질인 아세틸콜린이 분비되면, 근육 섬유의 세포막이 탈분극되고 활동 전위가 발생하여 근육 수축이 일어난다.

⑤ 근육 수축이 일어나면 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분이 늘어나 근육 원섬유 마디의 길이가 줄어들게 된다.

＊근수축시 길이 변화

구분	I대	A대	H대	근육 원섬유 마디
근수축 시 길이	줄어듦	일정	줄어듦	줄어듦

08 정답 ① ＊근수축 운동 ····· [정답률 66%]

| 문제+자료 분석 |

- X가 k만큼 줄어들 때, H대의 길이(㉠)는 k만큼 줄어들고, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분 중 절반인 ㉡은 $\frac{k}{2}$만큼 늘어난다.
- t_1일 때보다 t_2일 때 X의 길이가 $0.4\ \mu m$ 줄어들었으므로 ㉠의 길이는 $0.4\ \mu m$ 줄어들고, ㉡의 길이는 $0.2\ \mu m$ 늘어난다.
- ⓐ는 t_1일 때 ㉠과 ㉡을 더한 값인 $1.1\ \mu m$보다 $0.2\ \mu m$ 줄어든 $0.9\ \mu m$이다.

| 보기 분석 |

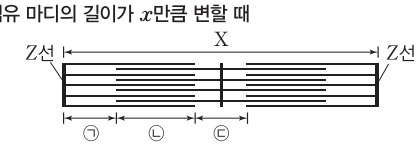
ㄱ. A대의 길이가 $1.6\ \mu m$이고 t_1일 때 ㉠과 ㉡을 더한 값이 $1.1\ \mu m$이므로 ㉡은 $1.6-1.1=0.5\ \mu m$, ㉠은 $1.6-(2\times0.5)=0.6\ \mu m$이다. H대는 마이오신 필라멘트만 있는 부분으로 ㉠에 해당하므로 t_1일 때 H대의 길이는 $0.6\ \mu m$이다.

ㄴ. X가 k만큼 변할 때, H대의 길이(㉠)는 k만큼 변하고, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분 중 절반인 ㉡은 $-\frac{k}{2}$만큼 변한다. 따라서 t_1에서 t_2가 될 때 $k=-0.4$이고, ㉠+㉡의 변화량은 $k-\frac{k}{2}=\frac{k}{2}$이므로 ⓐ는 $1.1-0.2=0.9\ \mu m$이다.

ㄷ. I대는 액틴 필라멘트만 존재하는 곳으로 근육이 수축하면 그 길이가 짧아지므로 t_2일 때가 t_1일 때보다 짧다.

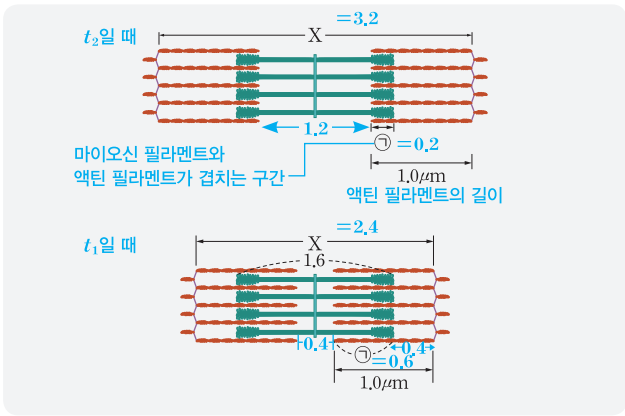
문제 풀이 Tip

근육 원섬유 마디의 길이가 x만큼 변할 때



- ㉠의 길이는 $\frac{1}{2}x$만큼 변한다.
- ㉡의 길이는 $-\frac{1}{2}x$만큼 변한다.
- ㉢의 길이는 x만큼 변한다.
- 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 길이는 변하지 않는다.

09 정답 ④ * 골격근 수축 과정



| 문제+자료 분석 |

- 골격근 수축 시 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 길이는 변화 없으며, 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이 늘어난다.
- 근육이 수축하는 동안 A대(암대)의 길이는 변화 없고, I대(명대), H대, Z선과 Z선 사이의 길이가 짧아진다.

| 보기 분석 |

ㄱ. t_1일 때 X의 길이는 2.4 μm이고 한쪽 액틴 필라멘트의 길이는 1.0 μm이므로 근육 원섬유 마디에서 중심에 있는 마이오신 필라멘트만 있는 부분인 H대의 길이는 $2.4-(1.0\times2)=0.4$ μm이다.

ㄴ. t_2일 때 H대의 길이는 $3.2-(1.0\times2)=1.2$ μm이고, A대의 길이는 1.6 μm로 변하지 않으므로 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 구간인 ㉠은 $(1.6-1.2)\div2=0.2$ μm이다.

ㄷ. A대(암대)는 근육 원섬유 마디에서 굵은 마이오신 필라멘트가 있어 어둡게 보이는 부분으로, 근육이 수축하거나 이완하여도 A대의 길이는 일정하다.

문제 풀이 Tip

X의 길이가 d만큼 감소할 경우
액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹쳐진 부분의 길이 d만큼 증가

10 정답 ① * 골격근의 수축 원리 ····· [정답률 63%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 근육 원섬유 마디는 가는 액틴 필라멘트 ㉠과 굵은 마이오신 필라멘트 ㉡으로 구성된다.
- (나): A대에는 액틴 필라멘트(㉠)와 마이오신 필라멘트(㉡)가 모두 존재하므로 ⓒ는 A대이다. 액틴 필라멘트(㉠)만 존재하는 ⓐ는 I대이고, 마이오신 필라멘트(㉡)만 존재하는 ⓑ는 H대이다.

구분	ⓐ(I대)	ⓑ(H대)	ⓒ(A대)
㉠(액틴)	○	×	○
㉡(마이오신)	×	○	○

(○: 있음, ×: 없음)

| 보기 분석 |

ㄱ. 굵기가 가는 ㉠은 액틴 필라멘트이고, 굵기가 굵은 ㉡은 마이오신 필라멘트이다.

ㄴ. 전자 현미경으로 관찰하면 ⓒ(A대)보다 ⓐ(I대)가 밝게 보인다.

ㄷ. A대(ⓒ)의 길이는 근육이 수축되거나 이완되더라도 변하지 않고 일정하며, X의 길이는 근육이 수축했을 때보다 이완했을 때가 길다.
따라서 $\frac{\text{ⓒ의 길이}}{\text{X의 길이}}$는 근육이 수축했을 때보다 이완했을 때가 작다.

11 정답 ⑤ * 근육의 수축

| 문제+자료 분석 |

- X가 k만큼 줄어들 때, H대의 길이는 k만큼 줄어들고, I대의 전체의 길이는 k만큼 줄어든다.
- X의 수축과 이완에 상관없이 A대의 길이는 변함없다.

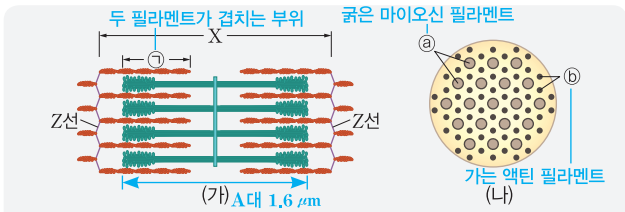
| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 마이오신 필라멘트만 존재하는 H대이며, (나)는 근육 수축 시 길이가 짧아지므로 I대이다. 따라서 (다)는 A대이다.

ㄴ. (다)는 A대로, A대의 길이는 항상 일정하므로 ㉡은 1.2 μm이다. 따라서 근육 수축 시 근육 원섬유 마디 X의 길이는 A대와 I대의 길이를 합한 $1.2\,\mu m+0.2\,\mu m=1.4\,\mu m$이다.

ㄷ. 근육 수축 시 H대의 길이는 I대의 길이가 짧아진만큼 짧아지므로 ㉠은 $0.2-0.2=0\,\mu m$이다. 따라서 ㉠+㉡=1.2 μm이다.

12 정답 ① * 근육의 수축과 단면



| 문제+자료 분석 |

- 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 길이는 근육 수축과 이완 시 변화가 없고, A대의 길이는 마이오신 필라멘트의 길이와 같다.
- 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 구간(㉠)의 길이는 근육 수축 시에 더 길어짐으로써 근육 원섬유 마디 X의 길이를 줄인다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ⓐ는 굵은 마이오신 필라멘트, ⓑ는 가는 액틴 필라멘트이다.

ㄴ. ⓑ(액틴 필라멘트)와 ⓐ(마이오신 필라멘트)는 모두 근육 수축과 이완 시 길이 변화가 없다.

ㄷ. A대의 길이는 마이오신 필라멘트의 길이와 같으므로 근육 수축과 이완 시 길이 변화가 없다. 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 구간(㉠)의 길이는 근육 수축 시보다 이완 시에 짧으므로 $\frac{\text{㉠의 길이}}{\text{A대의 길이}}$는 X의 길이가 2.2 μm일 때보다 2.4 μm일 때가 작다.

13 정답 ② * 골격근 수축 과정

| 문제+자료 분석 |

- A: 액틴 필라멘트만 관찰되므로 I대 지점이다.
- B: 마이오신 필라멘트만 관찰되므로 H대 지점이다.
- C: 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 모두 관찰되므로 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹쳐있는 지점이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 가는 액틴 필라멘트이고, ㉡은 굵은 마이오신 필라멘트이다.

ㄴ. C는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 모두 존재하므로 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분을 자른 단면이다. 마이오신 필라멘트만 존재하는 H대의 단면에 해당하는 것은 B이다.

ㄷ. 근육 원섬유 마디가 수축하면 A대의 길이는 변하지 않으나 H대의 길이는 짧아지므로 $\frac{\text{H대의 길이}}{\text{A대의 길이}}$는 (가)에서보다 X가 수축된 상태에서 더 작다.

내신 1등급 문제 문제편 89p

14 정답 ③ * 근수축 운동 [정답률 47%]

| 문제+자료 분석 |

- ⓐ 근육 섬유: 근육 세포를 근육 섬유라 부르며 골격근의 세포는 다핵성의 세포이다.
- ⓑ 근육 원섬유: 근육 세포 내에 존재하는 세포 골격의 일종으로 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트로 이루어져 있다.
- ㉠의 길이는 t_1일 때가 t_2일 때보다 $0.4\ \mu m$ 길기 때문에 t_1일 때는 이완 상태, t_2일 때는 수축 상태이다.
- X가 k만큼 줄어들 때, H대의 길이(㉡)는 k만큼 줄어들고, I대 절반의 길이(㉠)는 $\frac{k}{2}$만큼 줄어든다. t_1에서 t_2가 될 때 ㉠의 변화량은 $\frac{k}{2}=-0.4$이므로 $k=-0.8$이다. X의 길이는 t_1일 때가 t_2일 때보다 $0.8\ \mu m$ 길다.

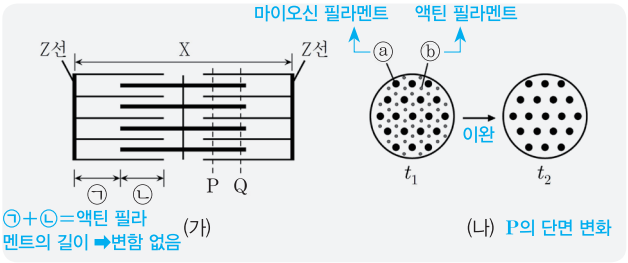
| 보기 분석 |

ㄱ. ⓐ는 근육 섬유이다.

ㄴ. X가 수축할 때 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 길이는 변하지 않는다.

ㄷ. X가 k만큼 줄어들 때, H대의 길이(㉡)는 k만큼 줄어들고, I대 절반의 길이(㉠)는 $\frac{k}{2}$만큼 줄어든다. 따라서 t_1에서 t_2가 될 때 ㉠+㉡의 변화량은 $-\frac{3k}{2}=1.2$이다. 따라서 (㉠+㉡)의 길이는 t_2일 때가 t_1일 때보다 $1.2\ \mu m$ 짧다.

15 정답 ④ * 근수축 운동 [정답률 53%]



| 문제+자료 분석 |

- ㉠의 길이와 ㉡의 길이를 더한 값(㉠+㉡)은 액틴 필라멘트의 길이의 절반을 나타내는 것으로 시점에 따라 변화하지 않고 일정하다. 따라서 t_2에서 ㉠+㉡의 값은 $0.9\ \mu m$이다.
- t_1일 때 ㉠+㉡의 값이 $0.9\ \mu m$이고, H대의 길이는 $0.4\ \mu m$이므로 X의 길이는 $(2\times0.9)+0.4=2.2\ \mu m$이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ⓐ는 ⓑ보다 단면의 지름이 크기 때문에 더 굵다. ⓐ는 굵은 마이오신 필라멘트, ⓑ는 가느다란 액틴 필라멘트이다.

ㄴ. t_1에서 t_2로 시간이 경과할 때 X의 길이가 늘어난다. (나)에서 t_1일 때 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹쳐있던 부분이 t_2일 때 마이오신 필라멘트만 있는 부분이 관찰되므로 지점 P의 단면이고, 근육 이완이 일어나고 있다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. X가 k만큼 늘어난다면, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분 중 절반인 ㉡은 $\frac{k}{2}$만큼 줄어든다. t_2일 때가 t_1일 때보다 X의 길이가 $0.4\ \mu m$ 더 길기 때문에 ㉡의 길이는 t_1일 때가 t_2일 때보다 $0.2\ \mu m$ 길다.

수능 대비 기출 문제 문제편 91~92p

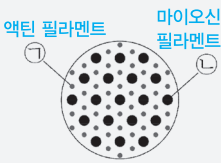
01 정답 ③ * 근수축 [정답률 85%]

표는 좌우 대칭인 근육 원섬유 마디 X가 수축하는 과정에서 시점 t_1과 t_2일 때 X의 길이, A대의 길이, H대의 길이를, 그림은 X의 단면을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트 중 하나이다.

A대의 길이는 일정

시점	X의 길이	A대의 길이	H대의 길이
t_1	$2.4\ \mu m$	? 1.6 μm	$0.6\ \mu m$
t_2	ⓐ 2.0 μm	$1.6\ \mu m$	$0.2\ \mu m$

X의 길이가 줄어든 만큼 H대의 길이도 줄어든다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. I대에 ㉠이 있다. → I대에 액틴 필라멘트인 ㉠이 있음

ㄴ. ⓐ는 2.0 μm이다. → ⓐ는 2.0 μm

ㄷ. t_1일 때 X에서 ㉠과 ㉡이 모두 있는 부분의 길이는 ~~1.4 μm이다.~~ → ㉠과 ㉡이 모두 있는 부분의 길이는 1.0 μm

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- X가 k만큼 줄어들 때, H대의 길이는 k만큼 줄어든다. 따라서 t_1에서 t_2가 될 때 H대의 길이가 $0.4\ \mu m$ 감소하므로 t_1에서 t_2가 될 때 X의 길이도 $0.4\ \mu m$ 줄어들어 t_2일 때 X의 길이는 $2.4-0.4=2.0\ \mu m$이다.
- 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트의 길이는 근육의 수축 · 이완과 상관없이 항상 일정하다. 따라서 마이오신 필라멘트의 길이인 A대의 길이는 t_1과 t_2일 때 모두 $1.6\ \mu m$이다.
- ㉠은 ㉡보다 가는 액틴 필라멘트, ㉠보다 두꺼운 ㉡은 마이오신 필라멘트이다.

| 보기 분석 |

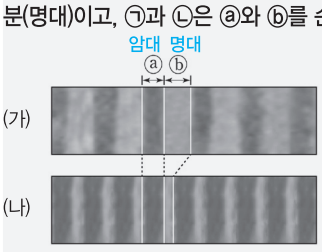
ㄱ. I대는 액틴 필라멘트만으로 이루어진 부분이다. 굵기가 더 가느다란 ㉠이 액틴 필라멘트이므로 I대에는 ㉠이 있다.

ㄴ. 근육이 수축할 때 X의 길이가 줄어든 만큼 H대의 길이도 줄어든다. t_2일 때의 H대의 길이는 t_1일 때보다 $0.4\ \mu m$만큼 줄어들었으므로 t_2일 때 X의 길이도 t_1일 때보다 $0.4\ \mu m$만큼 줄어든다. 따라서 ⓐ$=2.4-0.4=2.0\ \mu m$이다.

ㄷ. ㉠과 ㉡이 모두 있는 부분은 A대에서 H대를 제외한 부분이다. A대의 길이는 항상 일정하므로 t_1일 때 A대의 길이는 $1.6\ \mu m$이다. t_1일 때 A대에서 H대를 뺀 값은 $1.6-0.6=1.0\ \mu m$이다.

02 정답 ⑤ * 골격근 수축 과정 [정답률 63%]

그림은 골격근 수축 과정의 두 시점 (가)와 (나)일 때 관찰된 근육 원섬유를, 표는 (가)와 (나)일 때 ㉠의 길이와 ㉡의 길이를 나타낸 것이다. ⓐ와 ⓑ는 근육 원섬유에서 각각 어둡게 보이는 부분(암대)과 밝게 보이는 부분(명대)이고, ㉠과 ㉡은 ⓐ와 ⓑ를 순서 없이 나타낸 것이다.



시점 (가)와 (나)에서 ㉠의 길이가 변하지 않으므로 ㉠은 ⓐ(암대), ㉡은 ⓑ(명대)

시점	㉠의 길이	㉡의 길이
(가) 이완	$1.6\ \mu m$	$1.8\ \mu m$
(나) 수축	$1.6\ \mu m$	$0.6\ \mu m$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. (가)일 때 ⓑ에 Z선이 있다. → Z선은 항상 ⓑ(명대)의 중간에 있음

ㄴ. (나)일 때 ㉠에 액틴 필라멘트가 있다.
→ ㉠에는 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹친 부위가 있음

ㄷ. (가)에서 (나)로 될 때 ATP에 저장된 에너지가 사용된다.
→ 근육이 수축할 때 ATP에 저장된 에너지가 사용됨

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): ㉡의 길이가 (나)에서보다 (가)에서 길기 때문에 (가)는 근육이 이완한 상태이다.
- (나): (나)는 근육이 수축한 상태로 근육이 수축할 때 ATP에 저장된 에너지가 사용된다.
- ㉠: 시점 (가)와 (나)에서 ㉠의 길이가 변하지 않았으므로 ㉠은 ⓐ(암대)에 해당한다. 암대의 길이는 마이오신 필라멘트의 길이와 같으며 근수축 과정 중 길이가 변하지 않는다.
- ㉡: 시점 (가)와 (나)에서 길이가 변화한 ㉡은 ⓑ(명대)에 해당한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ⓑ는 명대로 명대의 중앙에 액틴 필라멘트가 결합되어 있는 Z선이 존재한다. Z선은 근육 원섬유 마디의 경계선이다.

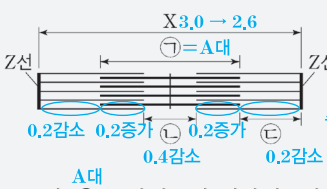
ㄴ. (나)는 근육이 수축한 상태로 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹쳐 있는 부위가 길어진다. ㉠(암대)에는 마이오신 필라멘트만으로 이루어진 H대와 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹친 부위가 함께 존재한다.

ㄷ. (가)는 근육이 이완한 상태, (나)는 근육이 수축한 상태로 근육이 수축할 때 ATP에 저장된 에너지가 사용된다.

03 정답 ① * 골격근의 수축과 이완 ····· [정답률 79%]

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

• 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를, 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 t_1과 t_2일 때 X의 길이와 ㉠의 길이를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.



시점	X의 길이	㉠의 길이
t_1	3.0 μm	1.6 μm
t_2	2.6 μm	?1.6

수축↓ ↓감소

• 구간 ㉠은 마이오신 필라멘트가 있는 부분이고, ㉡은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이며, ㉢은 액틴 필라멘트만 있는 부분이다. I대의 $\frac{1}{2}$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. t_1에서 t_2로 될 때 ATP에 저장된 에너지가 사용된다.
→ t_1에서 t_2로 될 때 골격근은 수축하므로 에너지가 사용된다.

ㄴ. ㉠의 길이에서 ㉡의 길이를 뺀 값은 t_2일 때가 t_1일 때보다 0.2 μm 크다.
→ ㉠의 길이에서 ㉡의 길이를 뺀 값은 t_2일 때가 t_1일 때보다 0.4 μm 크다.

ㄷ. t_2일 때 ㉢의 길이는 0.3 μm이다.
→ t_2일 때 ㉢의 길이는 t_1일 때보다 0.2 μm가 감소하였으므로 0.7 μm − 0.2 μm = 0.5 μm이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

1st ㉠과 ㉡의 길이 파악하기

- t_1에서보다 t_2의 길이가 0.4 μm만큼 감소하므로 골격근은 0.4 μm만큼 수축한다.
- ㉠의 길이(A대의 길이) 길이는 항상 일정하므로 t_2에서 ㉠의 길이는 t_1에서와 같은 1.6 μm이다.
- 골격근의 길이가 t_1에서 t_2로 될 때 0.4 μm만큼 감소했으므로 H대의 길이인 ㉡의 길이는 0.4 μm만큼 감소한다.

2nd ㉢의 길이 파악하기

- t_1에서 I대 절반의 길이인 ㉢의 길이는 $\frac{3.0-1.6}{2}=0.7$ μm이다.
- t_1에서 t_2로 될 때 ㉢의 길이는 $\frac{0.4}{2}=0.2$ μm만큼 감소한다.
- 따라서 t_2에서 ㉢의 길이는 0.7 μm − 0.2 μm = 0.5 μm이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. t_1에서 t_2가 될 때 X의 길이가 감소했으므로 골격근이 수축했다. 골격근이 수축할 때 에너지가 사용되므로 t_1에서 t_2가 될 때 ATP에 저장된 에너지가 사용된다.

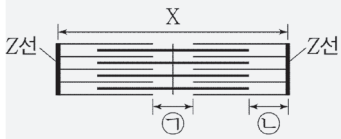
ㄴ. ㉠은 A대이므로 ㉠의 길이는 항상 일정하다. 꿀팁

t_1에서 t_2가 될 때 ㉡의 길이가 0.4 μm만큼 감소하였으므로, 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분의 길이인 ㉠의 길이 − ㉡의 길이는 t_2일 때가 t_1일 때보다 0.4 μm 크다.

ㄷ. t_1일 때 ㉢의 길이가 0.7 μm이고, t_2일 때 ㉢의 길이는 t_1일 때보다 0.2 μm가 감소하였으므로 0.5 μm이다.

04 정답 ④ * 근수축 운동 ····· [정답률 81%]

그림은 좌우 대칭인 근육 원섬유 마디 X의 구조를, 표는 시점 t_1과 t_2일 때 X와 ㉡의 길이를 나타낸 것이다. ㉠은 마이오신 필라멘트만, ㉡은 액틴 필라멘트만 있는 부분이다.



시점	X의 길이	㉡의 길이
t_1	?2.4 μm	0.4 μm
t_2	2.0 μm	0.2 μm

H대, 마이오신 필라멘트만 있음 I대 일부, 액틴 필라멘트만 있음

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. ㉠은 H대이다.
→ ㉠은 마이오신 필라멘트만 있는 H대

ㄴ. t_1일 때 X의 길이는 2.4 μm이다.
→ t_1일 때 ㉡의 길이가 0.2 μm 감소하면, X의 길이는 0.4 μm 감소

ㄷ. A대의 길이는 t_1일 때가 t_2일 때보다 길다.
→ A대의 길이는 항상 일정

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- X가 수축할 때 수축 길이가 d라고 하면 ㉠의 길이는 d만큼 감소하고, ㉡의 길이는 $\frac{1}{2}$d만큼 감소한다. 꿀팁
- t_1에서 t_2가 될 때 ㉡의 길이가 0.2 μm($\frac{1}{2}$d) 감소했으므로 X의 길이는 0.4 μm(d) 감소한다. t_2일 때 X의 길이가 2.0 μm이므로 t_1일 때 X의 길이는 2.4 μm이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 근육 원섬유 마디에서 마이오신 필라멘트가 있는 부분은 A대, 마이오신 필라멘트만 있는 부분은 H대, 액틴 필라멘트만 있는 부분은 I대이다. ㉠은 마이오신 필라멘트만 있는 H대이다.

ㄴ. t_1에서 t_2가 될 때 ㉡의 길이가 감소했으므로 X는 수축하고, t_1일 때 X의 길이는 t_2일 때 X의 길이인 2.0 μm보다 길다. t_1에서 t_2가 될 때, ㉡의 길이가 0.2 μm 감소했으므로 t_1일 때 X의 길이는 t_2일 때 X의 길이보다 0.4 μm 긴 2.4 μm이다.

ㄷ. 근육 수축 이완 여부와 상관없이 A대의 길이는 항상 일정하다. 따라서 A대의 길이는 t_1일 때와 t_2일 때가 같다. — 주의

문제 풀이 Tip

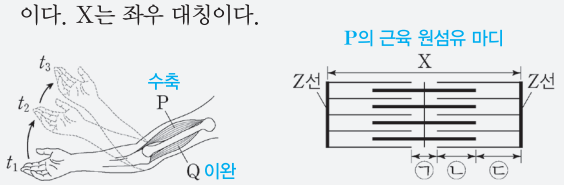
X의 길이가 d만큼 감소할 경우

A대 길이 일정, H대 d만큼 감소, I대 d만큼 감소, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹쳐진 부분의 길이 d만큼 증가

05 정답 ⑤ * 근수축 과정 ····· [정답률 57%]

다음은 골격근의 수축과 이완 과정에 대한 자료이다.

○ 그림 (가)는 팔을 구부리는 과정의 세 시점 t_1, t_2, t_3일 때 팔의 위치와 이 과정에 관여하는 골격근 P와 Q를, (나)는 P와 Q 중 한 골격근의 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.



(가) (나)

○ 구간 ㉠은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 액틴 필라멘트만 있는 부분이다.

○ 표는 t_1~t_3일 때 ㉠의 길이와 ㉡의 길이를 더한 값(㉠+㉡), ㉢의 길이, X의 길이를 나타낸 것이다.

시점	㉠+㉡	㉢의 길이	X의 길이
t_1	1.2	ⓐ 0.9	? 3.4
t_2	? 1.0	0.7	3.0
t_3	ⓐ 0.9	0.6	? 2.8

(단위: μm)

→ 시점 t_1에서 t_3으로 갈수록 근육이 수축하므로 X는 P의 근육 원섬유 마디

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. X는 P의 근육 원섬유 마디이다.
→ X는 P의 근육 원섬유 마디

ㄴ. X에서 A대의 길이는 t_1일 때가 t_3일 때보다 길다.
→ X에서 A대의 길이는 항상 일정

ㄷ. t_1일 때 ㉡의 길이와 ㉢의 길이를 더한 값은 1.3 μm이다.
→ t_1일 때 ㉡의 길이와 ㉢의 길이를 더한 값은 1.3 μm

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

1st X의 구조가 P의 근육 원섬유 마디임을 파악하기

- t_2일 때보다 t_3일 때 ㉢의 길이가 0.1 μm 줄어들었으므로 이 골격근은 시간이 흐름에 따라 수축하고 있다. 팔을 굽힐 때 P는 수축하고 Q는 이완하므로 X는 P의 근육 원섬유 마디이다.

2nd A대의 길이 파악하기

- t_3일 때 X의 길이는 t_1일 때보다 0.6 μm 줄어든 2.8 μm이다. t_3일 때 ㉢의 길이가 0.6 μm이므로 A대의 길이는 $2.8-(0.6\times2)=1.6$ μm이다.

3rd ⓐ의 길이 파악하기

- A대의 길이가 1.6 μm이고 t_1일 때 ㉠+㉡이 1.2 μm이므로 t_1일 때 ㉡의 길이는 0.4 μm, ㉠의 길이는 0.8 μm이다.
- t_1일 때 X의 길이가 t_3일 때 X의 길이보다 2k만큼 길다면, t_3일 때 ㉠+㉡은 1.2 μm보다 k만큼 짧고, t_1일 때 ㉢의 길이(ⓐ)는 0.6 μm보다 k만큼 길다. k는 0.3 μm이고 ⓐ는 0.9 μm이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 팔을 굽히면서 시점이 지남에 따라 ㉢의 길이가 줄어들고 있으므로 X는 팔을 굽힐 때 수축하는 근육인 P의 근육 원섬유 마디이다.

ㄴ. A대의 길이는 시점에 따라 항상 일정한 값을 가진다. X의 A대의 길이는 1.6 μm이다.

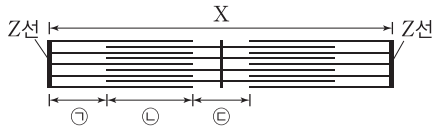
ㄷ. t_1일 때 ㉢의 길이는 0.9 μm이고 ㉡의 길이는 0.4 μm이므로 ㉡의 길이와 ㉢의 길이를 더한 값은 1.3 μm이다.

문제 풀이 Tip

1. 골격근 수축 과정에서 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 길이는 변하지 않는다.

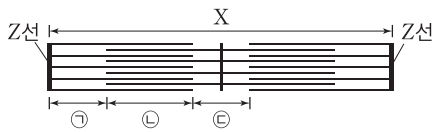
액틴 필라멘트의 길이의 절반과 마이오신 필라멘트의 길이의 절반도 변하지 않는다.

2. 근육 원섬유 마디의 길이가 x만큼 변할 때



- ㉠의 길이는 $\frac{1}{2}x$만큼 변한다.
- ㉡의 길이는 $-\frac{1}{2}x$만큼 변한다.
- ㉢의 길이는 x만큼 변한다.
- 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 길이는 변하지 않는다.

3. 근수축 시 길이가 변하지 않는 구간



- 액틴 필라멘트의 길이 ⇨ X − ㉢
- 액틴 필라멘트의 길이의 절반 ⇨ ㉠+㉡
- 마이오신 필라멘트의 길이 ⇨ X − 2㉠, 2㉡+㉢
- 마이오신 필라멘트의 길이의 절반 ⇨ ㉡+$\frac{1}{2}$㉢

06 정답 ② * 골격근의 수축 원리 ····· [정답률 75%]

다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

ㅇ 그림은 좌우 대칭인 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. 구간 ㉠은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이고, ㉡은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.

ㅇ 표는 골격근 수축 과정의 시점 t_1과 t_2일 때 X, ⓐ, ⓑ의 길이를 나타낸 것이다. ⓐ와 ⓑ는 각각 ㉠과 ㉡ 중 하나이다.

시점	길이(㎛)		
	X	ⓐ㉠	ⓑ㉡
t_1	?2.6	0.5	0.6
t_2	2.2	0.7	0.2

수축 →

→ X : 0.4 감소, ⓐ 0.2 증가, ⓑ 0.4 감소

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. ⓑ는 ㉡이다. → ⓑ는 ㉡

ㄴ. t_1일 때 X의 길이는 2.4 ㎛이다. → t_1일 때 X의 길이는 2.6 ㎛

ㄷ. t_2일 때 A대의 길이는 1.6 ㎛이다.
→ A대의 길이는 1.6 ㎛으로 항상 변하지 않음

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 근육이 수축하면 근육 원섬유 마디 X, H대(㉡), I대의 길이는 감소하고, 마이오신과 액틴 필라멘트가 겹치는 부분의 길이(㉠)는 증가한다. A대의 길이와 액틴 필라멘트의 길이는 변화 없다.
- 근육 원섬유 마디 X의 길이가 a만큼 감소하면 ㉠의 길이는 $\frac{1}{2}a$만큼 증가하고, ㉡은 a만큼 감소한다. 꿀팁

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠의 길이가 x만큼 증가하면 ㉡의 길이는 $2x$만큼 감소한다. t_1에서 t_2로 변할 때 ⓐ는 0.2 ㎛ 증가하였고 ⓑ는 0.4 ㎛ 감소하였다. 그러므로 ⓐ는 ㉠, ⓑ는 ㉡이다.

ㄴ. ㉠의 길이가 x만큼 증가하면 X의 길이는 $2x$만큼 감소한다. t_1에서 t_2로 변할 때 ㉠인 ⓐ의 길이가 0.2 ㎛ 증가하였으므로 X의 길이는 t_1 시점에 비해 0.4 ㎛가 감소한 값인 2.2 ㎛이다. 따라서 t_1 시점에서 X의 길이는 2.2 ㎛ + 0.4 ㎛ = 2.6 ㎛이다.

ㄷ. A대는 마이오신 필라멘트가 있어 어둡게 보이는 부분으로 근수축, 이완 시 길이가 변하지 않는다. t_2 시점에서 계산해보면 A대의 길이는 $2\times$㉠$+$㉡$=2\times0.7$ ㎛ $+0.2$ ㎛ $=1.6$ ㎛이다.

* 근육 원섬유 마디의 구조와 특성

A대 (암대)	마이오신 필라멘트가 있어 어둡게 보이는 부분 → 근수축, 이완 시 길이가 변하지 않음
I대 (명대)	액틴 필라멘트만 있어 밝게 보이는 부분 → 근수축, 이완 시 길이가 변함
H대	A대 중 마이오신 필라멘트만 있는 부분 → 근수축, 이완 시 길이가 변함

H 신경계

내신 대비 필수 문제 문제편 98~102p

01 정답 ① * 사람의 신경계

| 문제+자료 분석 |

- 사람의 신경계는 중추 신경계와 말초 신경계로 구성된다.
- 중추 신경계는 뇌와 척수로 구분되며, 말초 신경계는 해부학적으로 뇌와 연결된 뇌 신경(A), 척수와 연결된 척수 신경(B)으로 구분된다.

| 보기 분석 |

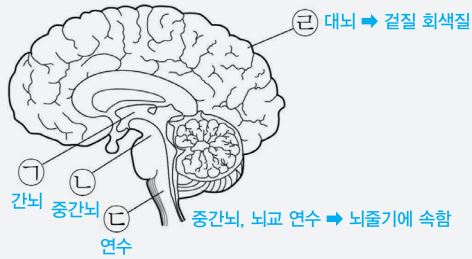
ㄱ. A는 뇌 신경으로 말초 신경계에 해당한다.
ㄴ. A(뇌 신경)는 12쌍, B(척수 신경)는 31쌍으로 구성되어 있다.
ㄷ. A와 B는 모두 말초 신경계에 해당한다.

02 정답 후두엽, 전두엽

| 문제+자료 분석 |

- (나)에서 '볼 때' 활성화되는 부위는 (가)에서 찾아보면 후두엽이고, '생각할 때' 활성화되는 부위는 전두엽임을 알 수 있다. 따라서 칠판의 글씨를 보고 생각할 때는 후두엽과 전두엽이 모두 활성화된다.

03 정답 ⑤ * 중추 신경계 ····· [정답률 63%]



| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 간뇌: 시상과 시상하부로 구성된다. 자율 신경과 내분비샘의 조절 중추로 체온, 혈당량, 혈장 삼투압 등 항상성 조절에 중요한 역할을 한다.
- ㉡ 중간뇌: 소뇌와 함께 몸의 평형을 조절하고, 동공 크기과 안구 운동의 조절 중추이다.
- ㉢ 연수: 대뇌와 연결되는 대부분의 신경이 교차되는 장소이다. 심장 박동, 호흡 운동, 소화 운동을 조절하고, 기침, 재채기, 하품, 침 분비 등의 반사 중추이다.
- ㉣ 대뇌: 언어, 기억, 추리, 상상, 감정 등의 고등 정신 활동과 감각, 수의 운동의 중추이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠(간뇌)은 시상과 시상하부로 구성된다. 따라서 ㉠에는 시상하부가 있다.
ㄴ. ㉡(중간뇌), 뇌교, ㉢(연수)이 뇌줄기를 구성한다.
ㄷ. ㉣(대뇌)의 겉질은 신경 세포체가 모인 회색질이고, 속질은 축삭 돌기가 모인 백색질이다.

04 정답 ⑤ * 뉴런의 구조 ····· [정답률 72%]

| 문제+자료 분석 |

- **A** 간뇌: 시상과 시상 하부로 구성되며, 시상 하부는 자율 신경계의 최고 중추이다.
- **B** 연수: 심장 박동, 호흡 운동, 소화 운동 등을 조절한다.
- **C** 소뇌: 대뇌와 함께 수의 운동을 조절하고, 몸의 평형을 유지한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 간뇌, B는 연수, C는 소뇌이다.
ㄴ. 중간뇌, 뇌교, 연수가 뇌줄기에 속하므로 B(연수)는 뇌줄기에 속한다.
ㄷ. C(소뇌)는 몸의 평형(균형) 유지에 관여한다. 따라서 '몸의 평형(균형) 유지에 관여한다.'는 ㉠에 해당한다.

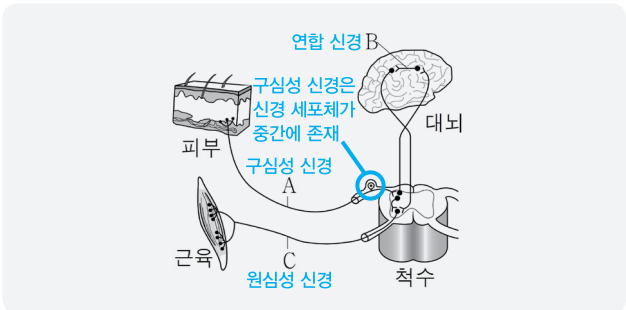
문제 풀이 Tip

중간뇌, 뇌교, 연수는 뇌줄기에 속한다.
➡ '연수야 (뇌)교무실 중간(뇌)에서 만나'로 암기하자.

* 뇌의 구조

대뇌	전두엽, 두정엽, 측두엽, 후두엽 등으로 영역이 나뉘어지며 고등 정신 활동 수행
소뇌	뇌줄기의 뒤쪽에 위치하며 몸의 평형 유지 담당
간뇌	항상성 유지와 호르몬 분비 조절
중간뇌	안구 운동과 홍채 운동을 조절
뇌교	대뇌와 소뇌의 정보를 전달하는 통로
연수	구토, 재채기 등 반사의 중추이며 심장 박동, 호흡 운동, 소화 운동 등을 조절

05 정답 ③ * 자극의 경로 ····· [정답률 68%]



| 문제+자료 분석 |

- **A** 구심성 신경: 감각기에서 받아들인 자극을 중추 신경의 연합 뉴런으로 전달하는 뉴런이다.
- **B** 연합 신경: 뇌, 척수와 같은 중추 신경을 이루는 뉴런이다.
- **C** 원심성 신경: 중추 신경에서 판단하여 내린 명령을 근육과 같은 반응기로 전달하는 뉴런이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 구심성(감각) 신경, B는 연합 신경, C는 원심성 (운동) 신경이다.
ㄴ. 중추 신경계는 뇌와 척수로 구성되며, B(연합 신경)는 뇌, 척수와 같은 중추 신경을 이루는 뉴런이므로 중추 신경계에 속한다.
ㄷ. 척수의 겉질은 주로 축삭 돌기로 이루어진 백색질, 속질은 신경 세포체로 이루어진 회색질이다. C(원신성 신경)의 신경 세포체는 척수의 회색질에 존재한다.

06 정답 ④ * 흥분 전달 경로 ····· [정답률 48%]

| 문제+자료 분석 |

- A는 구심성 뉴런(감각 뉴런), B는 연합 뉴런, C는 원심성 뉴런(운동 뉴런)이다.
- 감각기에서 자극을 받아들인 후 구심성 뉴런(A)을 따라 전달된 흥분은 척수의 연합 뉴런(B)으로 전달되고, 원심성 뉴런(C)에 흥분이 전달되어 다리 골격근의 수축과 이완이 조절된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 척수에 연결된 말초 신경이므로 척수 신경이다.
ㄴ. B는 중추 신경계에 속하는 척수를 구성하는 연합 뉴런이다.
ㄷ. C는 원심성 신경(운동 신경)으로 척수의 전근을 이룬다.

07 정답 ② * 무릎 반사 ····· [정답률 35%]

| 문제+자료 분석 |

- 무릎 반사의 중추는 척수(가)이다.
- 감각 신경(㉠)은 척수의 후근을 이루며 신경 세포체가 축삭 돌기의 중간에 위치한다. 운동 신경(㉡)은 척수의 전근을 이루며 신경 세포체가 척수의 회색질에 위치한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 중추 신경계에 무릎의 자극을 전달하는 감각 신경으로 자율 신경계에 속하지 않는다.
ㄴ. ㉡은 골격근의 반응을 조절하는 운동 신경으로 (가)의 전근을 이룬다.
ㄷ. ㉡의 신경 세포체는 (가)의 안쪽을 이루는 회색질에 있다.

08 정답 ② * 흥분 전달 경로 ····· [정답률 33%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠: 뇌에 연결된 구심성 뉴런으로 말초 신경계에 속하며, 해부학적 구조에 따라 구분하면 뇌 신경에 속한다.
- ㉡: 척수를 구성하는 연합 뉴런으로 중추 신경계에 속한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 해부학적으로는 뇌와 연결된 뇌 신경, 기능적으로는 구심성 신경(감각 신경)에 해당하며 말초 신경계에 속한다. ㉡은 척수를 구성하는 신경으로 중추 신경계에 속한다.
ㄴ. 날아오는 공을 보고 손으로 잡는 행동은 의식적인 반응이다. 이 행동의 흥분 전달 경로는 A(망막) → 감각 신경(㉠) → 대뇌 → 운동 신경 → (나) 손이다.
ㄷ. 뜨거운 것을 만졌을 때 자신도 모르게 손을 떼는 행동은 척수 반사에 속한다. 이 행동의 흥분 전달 경로는 B(피부 감각) → 감각 신경 → 척수(㉡) → 운동 신경 → (다) 손이다.

09 정답 ⑤ * 교감 신경

| 문제+자료 분석 |

- 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧은 것을 통해 교감 신경임을 알 수 있다. A는 신경절 이전 뉴런, B는 신경절 이후 뉴런이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 교감 신경의 신경절 이전 뉴런(A)의 말단에서는 아세틸콜린(㉠)이 분비되고, 신경절 이후 뉴런의 말단(B)에서는 노르에피네프린이 분비된다.
ㄴ. 교감 신경은 척수의 가운데 부분에서 뻗어 나오므로 신경절 이전 뉴런(A)의 신경 세포체는 척수에 존재한다.
ㄷ. 교감 신경의 신경절 이후 뉴런(B)의 말단에서 노르에피네프린이 분비됨으로써 위액 분비 및 위 운동이 억제된다.

10 정답 ⑤ * 말초 신경계

| 문제+자료 분석 |

- A: 골격근에 명령을 전달하는 체성 운동 신경이며, 하나의 신경으로 이루어져 있고, 신경절이 없는 것이 특징이다.
- B: 심장근에 명령을 전달하는 자율 신경이다. 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧으므로 교감 신경의 신경절 이후 뉴런이며, 축삭 돌기 말단에서 노르에피네프린이 분비된다.
- C, D: 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 긴 것을 통해 부교감 신경임을 알 수 있다. C는 신경절 이전 뉴런, D는 신경절 이후 뉴런이며, C와 D의 축삭 돌기 말단에서 모두 아세틸콜린이 분비된다.

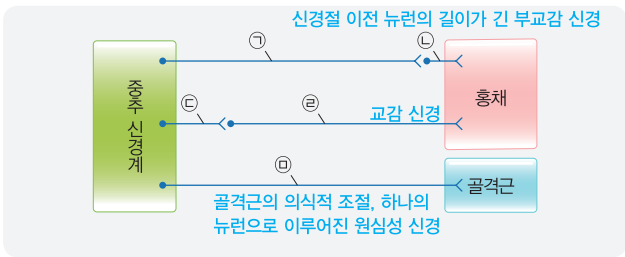
| 선택지 분석 |

① A는 골격근에 명령을 전달하므로 운동 신경이다.
② B는 교감 신경의 신경절 이후 뉴런이므로 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.
③ 신경절 이전 뉴런인 C가 신경절 이후 뉴런인 D보다 길므로 C와 D는 부교감 신경을 구성한다.
④ D는 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런이므로 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다. 아세틸콜린이 분비되면 방광은 수축된다.
⑤ A~D는 모두 중추 신경의 명령을 반응기로 전달하는 원심성 신경이다.

문제 풀이 Tip

교감 신경의 신경 세포체는 척수에 존재한다. 반면 부교감 신경의 신경 세포체는 심장 박동, 소화, 호흡이면 연수에, 동공이면 중간뇌에, 방광이면 척수에 존재한다는 것을 알아두도록 하자.

11 정답 ③ * 말초 신경계



| 문제+자료 분석 |

- ㉠은 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이고, ㉡은 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런이다.
- ㉢은 교감 신경의 신경절 이전 뉴런이고, ㉣은 교감 신경의 신경절 이후 뉴런이다.
- ㉤은 신경절 없이 하나의 뉴런으로 이루어진 원심성 신경(운동 신경)이다.
- ㉠, ㉡, ㉢, ㉤의 말단에서는 아세틸콜린이 분비되고, ㉣의 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 중간뇌, 연수, 척수의 꼬리 부분에서 나온다. 그러므로 홍채와 연결된 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런인 ㉠의 신경 세포체는 중간뇌에 있다.
ㄴ. 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런과 신경절 이후 뉴런의 말단, 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 말단, 그리고 골격근의 수축을 일으키는 원심성 신경의 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.
ㄷ. ㉣은 교감 신경의 신경절 이후 뉴런이다. 교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 말단에서는 노르에피네프린이 분비되며, 노르에피네프린에 의해 동공은 커지게 된다.

12 정답 ⑤ * 중추 신경계 이상

| 문제+자료 분석 |

- (가): 알츠하이머병으로 대뇌의 뉴런이 파괴되어 나타난다.
- (나): 파킨슨병으로 중간뇌(㉠)의 도파민 분비 이상이 원인이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 알츠하이머병이다.
ㄴ. ㉠은 중간뇌이다.
ㄷ. (가)와 (나)는 모두 중추 신경계 이상에 의한 질환이다.

13 핵심 키워드: 운동 신경

모범 답안 중추 신경의 명령을 근육과 같은 반응기로 전달하는 운동 신경의 이상으로 나타난다.

| 문제+자료 분석 |

- 근위축성 측삭 경화증은 루게릭병이라고도 하며, 운동 신경이 선택적으로 파괴되면서 나타난다.

*** 채점 기준**

운동 신경을 쓰고, 그 기능을 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
운동 신경이라고만 쓴 경우	30 %

14 정답 ③ * 자율 신경

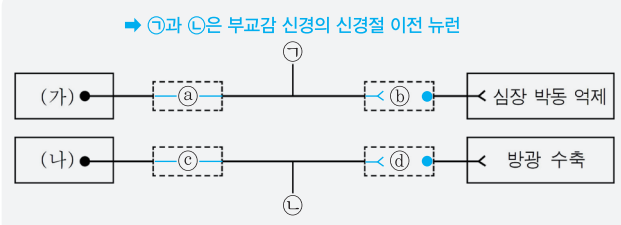
| 문제+자료 분석 |

- 교감 신경은 신경절 이전 뉴런의 길이가 신경절 이후 뉴런보다 짧고, 부교감 신경은 신경절 이전 뉴런의 길이가 신경절 이후 뉴런보다 길다. 따라서 A는 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런, B는 교감 신경의 신경절 이전 뉴런이다.
- 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런과 신경절 이후 뉴런 말단(A), 교감 신경의 신경절 이전 뉴런 말단(B)에서는 모두 아세틸콜린이 분비되지만, 교감 신경의 신경절 이후 뉴런 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 신경절 이전 뉴런보다 짧으므로 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런이며, 부교감 신경은 자율 신경이므로 말초 신경계에 속한다.
ㄴ. B는 교감 신경의 신경절 이전 뉴런으로, 교감 신경은 척수의 중간 부분에서 나오며 신경 세포체는 척수에 있다.
ㄷ. 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단과 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서는 모두 아세틸콜린이 분비된다.

15 정답 ② * 자율 신경 ····· [정답률 40%]



| 문제+자료 분석 |

- 심장 박동을 조절하는 중추는 연수이고, 연수에 연결된 부교감 신경에 의해 심장 박동이 억제된다.
- 교감 신경에 의해 방광은 확장되고 부교감 신경에 의해 방광은 수축한다.
- 따라서 (가)와 (나)는 모두 부교감 신경이며, 부교감 신경은 신경절 이전 뉴런이 길고 신경절 이후 뉴런이 짧다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 심장 박동을 억제하는 부교감 신경은 심장 박동 조절 중추인 연수에 연결된다. 따라서 (가)는 연수이다. 방광에 연결된 교감 신경과 부교감 신경은 모두 척수에 연결되므로 (나)는 척수이다.

ㄴ. (가)와 (나)에 연결된 부교감 신경은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런에 비해 길기 때문에 신경절은 ⓑ와 ⓓ에 있다.

ㄷ. ⓑ와 ⓓ에 신경절이 있으므로 ㉠과 ㉡은 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이다. 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런에서는 아세틸콜린이 분비된다.

16 정답 ③ * 자율 신경계와 체성 신경계

| 문제+자료 분석 |

- 신경 세포체가 그려져 있지 않은 ㉡이 감각 신경이고, 골격근에 연결된 ㉢이 운동 신경이다.
- 교감 신경은 척수에서만 나오는 반면 부교감 신경은 연수, 중간뇌, 척수에서 나오므로 ㉠이 부교감 신경, ⓔ이 교감 신경이다.

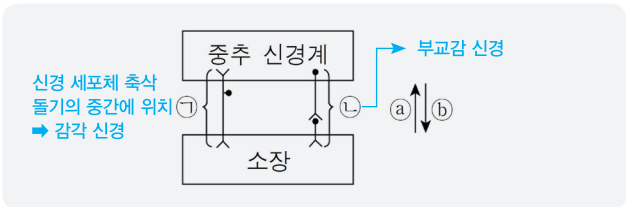
| 보기 분석 |

ㄱ. 연수에서 뻗어 나와 심장 박동을 조절하는 신경은 부교감 신경이다. 부교감 신경(㉠)이 흥분하면 심장 박동은 느려진다.

ㄴ. 피부의 정보를 척수로 전달하는 ㉡은 감각 신경에 해당한다. 척수에서 골격근에 정보를 전달하는 ㉢은 운동 신경에 해당한다. 체성 신경계에는 운동 신경(㉢)만 포함된다.

ㄷ. 척수에서 소장에 흥분을 전달하는 ⓔ은 교감 신경에 해당한다. 교감 신경(ⓔ)이 흥분하면 소장에서 소화액 분비가 억제된다.

17 정답 ⑤ * 자율 신경계 ····· [정답률 37%]



| 문제+자료 분석 |

- 감각 신경(㉠)의 신경 세포체는 축삭 돌기의 중간에 위치하며 소장의 자극을 중추 신경계로 전달하는 역할을 한다.
- 소장에 연결된 부교감 신경(㉡)의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 연수에 위치하며 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 감각 신경인 ㉠의 흥분 이동 방향은 ⓐ이다.

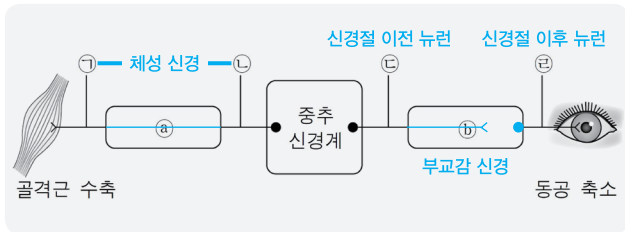
ㄴ. 소장에 연결된 부교감 신경인 ㉡의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 연수에 있다.

ㄷ. 부교감 신경은 소화 작용을 촉진하므로 ㉡의 신경절 이후 뉴런이 흥분하면 소장에서 소화액 분비가 촉진된다.

문제 풀이 Tip

부교감 신경의 글자 수는 앞이 많고 뒤가 적은데, 이것을 부교감 신경은 신경절 이전 뉴런이 길고 신경절 이후 뉴런이 짧은 것과 대응하여 기억한다.

18 정답 ⑤ * 체성 신경과 자율 신경 ····· [정답률 52%]



| 문제+자료 분석 |

- 골격근의 수축에 관여하는 신경은 체성 신경이며, 체성 신경은 신경절이 없이 하나의 뉴런으로 연결되어 있다.
- 동공 축소에 관여하는 신경은 부교감 신경이며, 부교감 신경은 2개의 뉴런이 신경절에서 시냅스를 형성하고 있다. 부교감 신경은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 신경절은 ⓐ에 존재하지 않으며, 신경절은 ⓑ에 존재한다.

ㄴ. 동공 반사의 중추는 중간뇌이며, ㉢(부교감 신경의 신경절 이전 뉴런)의 신경 세포체는 중간뇌에 존재한다.

ㄷ. ㉠(체성 신경)과 ㉣(부교감 신경의 신경절 이후 뉴런)의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 모두 아세틸콜린으로 같다.

* 자율 신경계의 신경 전달 물질 비교

구분	신경절 이전 뉴런 말단	신경절 이후 뉴런 말단
교감 신경	아세틸콜린	노르에피네프린
부교감 신경	아세틸콜린	아세틸콜린

19 정답 ① * 체성 신경과 자율 신경 ····· [정답률 52%]

| 문제+자료 분석 |

- 교감 신경이 자극되면 방광은 이완(확장)되고, 부교감 신경이 자극되면 방광은 수축한다. (나)에서 ㉢에 역치 이상의 자극을 준 후 방광의 수축력이 감소하므로 반대로 생각하면 방광이 이완되고 있다고 생각할 수 있다. 따라서 ㉢과 ⓔ은 교감 신경을 구성한다.
- 배뇨 반사의 중추는 척수이며, ㉢의 신경 세포체는 척수에 존재하므로 B는 척수이다. 나머지 A는 연수이며, ㉠과 ㉡은 부교감 신경을 구성한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 연수, B는 척수이다.

ㄴ. ㉠(부교감 신경의 신경절 이전 뉴런)에 역치 이상의 자극을 주면 심장 박동이 느려진다.

ㄷ. 교감 신경은 ㉢(신경절 이전 뉴런)이 ⓔ(신경절 이후 뉴런)보다 짧다.

* 교감 신경과 부교감 신경의 구조적 특징

교감 신경	신경절 이전 뉴런의 신경 세포체가 척수의 중간 부분에서 나온다.
부교감 신경	신경절 이전 뉴런의 신경 세포체가 중간뇌, 연수, 척수의 꼬리 부분에서 나온다.

내신 1등급 문제 문제편 102p

20 정답 ① * 자율 신경계 [정답률 31%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 교감 신경: 교감 신경은 척수의 가운데 부분에서 뻗어 나오며 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧다.
- ㉡ 부교감 신경: 부교감 신경은 척수의 아래 부분, 중간뇌, 연수에서 뻗어 나오며 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길다.

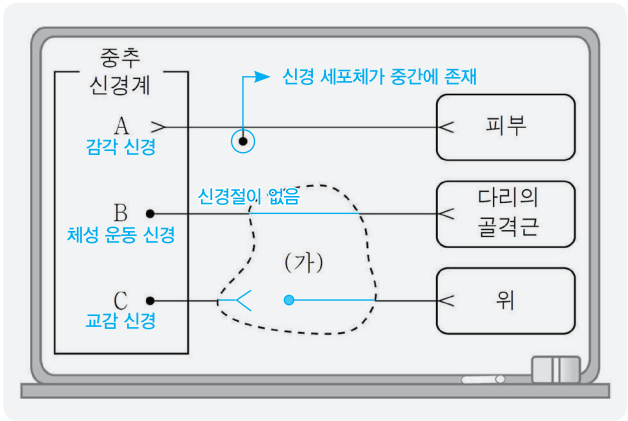
| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 척수에서 뻗어 나오는 교감 신경이다.
ㄴ. 부교감 신경인 ㉡이 흥분하면 동공이 축소된다.
ㄷ. 교감 신경과 부교감 신경 모두 신경절 이전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 아세틸콜린이 분비된다.

* 교감 신경과 부교감 신경

구분	동공	심장 박동	혈압	방광	혈당량	소화
교감 신경	확대	촉진	상승	확장	증가	억제
부교감 신경	축소	억제	하강	수축	감소	촉진

21 정답 ① * 말초 신경계 [정답률 31%]



| 문제+자료 분석 |

- A 감각 신경: 감각 기관에서 수용한 자극을 중추 신경계로 전달한다. 신경 세포체가 축삭 돌기의 끝부분이 아닌 중간 부분에 있다.
- B 체성 운동 신경: 중추 신경계의 명령을 반응 기관으로 전달하며, 체성 신경과 자율 신경이 있다. B는 골격근에 명령을 전달하므로 체성 운동 신경이다.
- C 교감 신경: 척수와 연결되어 있으며, 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧다. 교감 신경이 흥분하면 위 운동은 억제된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A의 축삭 돌기 중간 부분에 신경 세포체가 있으므로 A는 감각 신경이다.
ㄴ. 골격근에 연결된 B는 체성 운동 신경이다. 체성 운동 신경의 경우 중추 신경계와 반응 기관 사이에서 하나의 신경이 명령을 전달하므로 신경절이 없다. 따라서 B의 (가) 부분에는 시냅스가 존재하지 않는다.
ㄷ. C의 흥분으로 위 운동(소화 운동)이 억제되었으므로 C는 교감 신경이다.

수능 대비 기출 문제 문제편 104p

01 정답 ④ * 뇌의 구조 [정답률 66%]

그림은 중추 신경계의 구조를 나타낸 것이다. ㉠~㉤은 간뇌, 대뇌, 소뇌, 중간뇌를 순서 없이 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. ㉠은 ~~중간뇌이다.~~
→ ㉠은 간뇌
ㄴ. ㉡은 몸의 평형(균형) 유지에 관여한다.
→ ㉡은 소뇌로 몸의 평형 유지에 관여
ㄷ. ㉢에는 시각 기관으로부터 오는 정보를 받아들이는 영역이 있다.
→ ㉢은 대뇌로 시각, 청각 등의 정보를 취합

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 간뇌: 간뇌는 대뇌 사이에 위치하며 항상성 유지와 호르몬 분비를 조절하는 중추이다.
- ㉡ 중간뇌: 중간뇌는 간뇌 아래에 위치하며 동공 반사와 안구 운동 등을 담당한다.
- ㉣ 소뇌: 소뇌는 뇌줄기의 뒤쪽에 위치하며 몸의 평형 유지 등을 담당한다.
- ㉢ 대뇌: 대뇌는 중추 신경계에서 가장 큰 영역을 차지한다. 시각, 청각 등의 다양한 정보를 취합하고 계산, 기억 등 고등 정신 활동을 수행한다.

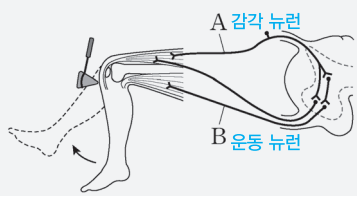
| 보기 분석 |

ㄱ. 대뇌 사이에 위치한 ㉠은 간뇌이다.
ㄴ. 뇌줄기의 뒤쪽에 위치한 ㉣은 소뇌로 몸의 평형 유지에 관여한다.
ㄷ. 중추 신경계에서 가장 큰 영역인 ㉢은 대뇌로 대뇌의 후두엽에서 시각 기관으로부터 오는 정보를 받아들인다.

* 중추 신경계
  - 뇌와 척수로 구성된다.
  - 감각기를 통해 들어온 정보를 종합·분석하고 판단하여 적절한 반응이 일어나도록 반응기에 명령을 내린다.

02 정답 ① * 무릎 반사 [정답률 66%]

그림은 무릎 반사가 일어날 때 흥분 전달 경로를 나타낸 것이다. A와 B는 감각 뉴런과 운동 뉴런을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. A는 감각 뉴런이다.
→ A는 감각 뉴런(구심성) 뉴런

ㄴ. B는 자율 신경계에 속한다.
→ B는 골격근에 연결된 체성 운동 뉴런으로 체성 신경계에 속함

ㄷ. 이 반사의 중추는 뇌줄기를 구성한다.
→ 무릎 반사의 중추는 척수이고, 척수는 뇌줄기를 구성하지 않음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- A 감각 뉴런: 구심성 뉴런으로 말초 신경계에 속한다.
- B 운동 뉴런: 원심성 뉴런이고, 골격근에 연결되어있는 체성 운동 뉴런이다.
- **무릎 반사**: 고무 망치로 무릎을 때리면 무릎에 가해진 자극에 의해 발생한 흥분이 감각 뉴런을 거쳐 연합 뉴런에 전달되고, 척수를 중추로 하여 다리 근육의 수축 이완이 조절된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 중추 신경계로 자극을 전달하는 감각 뉴런이다. 참고로 감각 뉴런의 신경 세포체는 뉴런의 중간에 있다.

ㄴ. B는 골격근에 연결되어있는 체성 운동 뉴런으로 체성 신경계에 속한다.

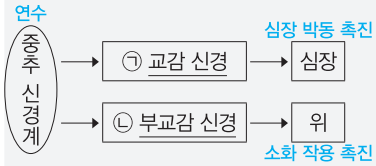
ㄷ. 무릎 반사의 중추는 척수이다. 중간뇌, 연수, 뇌교가 뇌줄기를 구성한다.

* 무조건 반사의 중추

연수	기침, 재채기, 하품, 딸꾹질, 눈물 분비, 침 분비 등
중간뇌	동공 반사(홍채 조절)
척수	무릎 반사, 뜨거운 물체나 날카로운 물체에 닿았을 때의 회피 반사, 땀 분비 등

03 정답 ① * 자율 신경 ····· [정답률 66%]

그림은 중추 신경계로부터 자율 신경을 통해 심장과 위에 연결된 경로를, 표는 ㉠이 심장에, ㉡이 위에 각각 작용할 때 나타나는 기관의 반응을 나타낸 것이다. ⓐ는 '억제됨'과 '촉진됨' 중 하나이다.



기관	반응
심장	심장 박동 촉진됨
위	소화 작용 (ⓐ)

촉진됨

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. ㉠은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧다.
→ 교감 신경은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧다.

ㄴ. ㉡은 감각 신경이다.
→ ㉡은 부교감 신경으로, 원심성 신경(운동 신경)으로 구성된다.

ㄷ. ⓐ는 '억제됨'이다.
→ 위에 부교감 신경이 작용하면 소화 작용이 촉진되어 소화가 잘 된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 교감 신경(㉠)이 심장에 작용하면 심장 박동이 촉진되고, 부교감 신경이 심장에 작용하면 심장 박동이 느려진다.
- 교감 신경이 위에 작용하면 소화 작용이 억제되고, 부교감 신경(㉡)이 위에 작용하면 소화 작용(ⓐ)이 촉진된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 교감 신경(㉠)은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧다. 반면, 부교감 신경(㉡)은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길다.

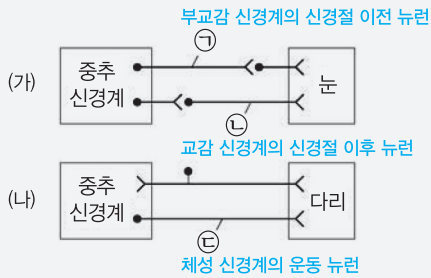
ㄴ. 교감 신경과 부교감 신경은 모두 자율 신경으로, 2개의 원심성 신경(운동 신경)으로 구성된다. 따라서 ㉡은 감각 신경이 아니다.

ㄷ. 위에 연결된 부교감 신경이 작용하면 소화 작용이 촉진(ⓐ)된다.

H

04 정답 ② * 신경계 ····· [정답률 84%]

그림 (가)는 동공의 크기 조절에 관여하는 말초 신경이 중추 신경계에 연결된 경로를, (나)는 무릎 반사에 관여하는 말초 신경이 중추 신경계에 연결된 경로를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. ㉠~㉢은 모두 자율 신경계에 속한다.
→ ㉠, ㉡은 자율 신경계, ㉢은 체성 신경계

ㄴ. ㉠과 ㉡의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 같다.
→ ㉠의 말단에서 아세틸콜린, ㉡의 말단에서 노르에피네프린이 분비됨

ㄷ. 무릎 반사의 중추는 척수이다.
→ 무릎 반사에 관여하는 중추는 척수

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- ㉠: 시냅스 이전에 위치한 신경절 이전 뉴런이다. 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길기 때문에 ㉠은 부교감 신경계의 신경절 이전 뉴런이다.
- ㉡: 시냅스 이후에 위치한 신경절 이후 뉴런이다. 신경절 이후 뉴런이 신경절 이전 뉴런보다 길기 때문에 ㉡은 교감 신경계의 신경절 이후 뉴런이다.
- ㉢: 다리의 운동에 관여하는 말초 신경인 체성 신경계의 운동 뉴런이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠, ㉡은 몸공의 크기 조절에 관여하는 말초 신경으로 대뇌의 직접적인 지배를 받지 않는 자율 신경계에 속한다. ㉢은 다리의 운동에 관여하는 말초 신경으로 다리의 골격근과 연결된 체성 신경계의 운동 뉴런이다.

ㄴ. ㉠은 부교감 신경계의 신경절 이전 뉴런으로 말단에서 아세틸콜린이 분비된다. ㉡은 교감 신경계의 신경절 이후 뉴런으로 말단에서 노르에피네프린이 분비된다.

ㄷ. 무릎 반사는 무릎뼈 아래를 고무 장치로 쳤을 때 허벅지 앞쪽 근육이 수축하여 다리가 펴지는 반사 작용이다. 무릎뼈 아래의 감각과 다리가 펴지는 운동에 대한 정보는 대뇌에도 전달되지만, 무릎 반사에 관여하는 중추는 대뇌가 아닌 척수이다.

Ⅰ 항상성 유지

내신 대비 필수 문제 문제편 112~115p

01 정답 ⑤ * 내분비샘과 외분비샘의 비교

| 문제+자료 분석 |

- (가) 내분비샘: 호르몬을 생성하여 분비하는 기관이다. 분비관이 따로 없어 혈관이나 조직액으로 호르몬이 직접 분비된다. ㉠ 뇌하수체, 갑상샘, 부신, 이자 등
- (나) 외분비샘: 침이나 소화액 등을 몸 표면이나 소화관으로 분비하는 기관이다. 분비관이 있어 생성된 물질이 분비관을 통해 배출된다. ㉡ 땀샘, 소화샘, 이자샘 등

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 분비 세포에서 생성된 분비물이 혈액을 통해 운반되는 것으로 보아 내분비샘에서의 분비 과정이다.
ㄴ. 침샘에서의 소화액 분비는 외분비샘에서의 분비 과정이므로 (나)에 해당한다.
ㄷ. 이자에서 인슐린과 글루카곤 분비는 내분비샘에 의한 분비이고, 소화 효소는 외분비샘에 의한 분비에 해당한다. 따라서 이자에서는 내분비샘에서의 분비 과정 (가)와 외분비샘에서의 분비 과정 (나)가 모두 일어난다.

02 정답 (1) A: 뇌하수체 전엽, B: 갑상샘, C: 부신 속질, D: 이자 (2) A: 생장 호르몬, 갑상샘 자극 호르몬(TSH), 부신 겉질 자극 호르몬(ACTH), B: 티록신, C: 에피네프린, D: 인슐린, 글루카곤

| 문제+자료 분석 |

- 호르몬은 내분비샘에서 생성되어 혈액이나 조직액으로 분비된다.
- 내분비샘마다 다른 종류의 호르몬을 분비하여 특정 조직이나 기관의 기능을 조절한다.

03 정답 ④ * 티록신 분비 조절 ····· [정답률 57%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ TSH: TSH를 주사하면 TSH의 농도가 높아짐과 동시에 TSH는 갑상샘을 자극하고, 갑상샘에선 티록신 분비가 증가한다.
- ㉡ 티록신: 티록신을 주사하면 티록신의 농도는 높아지지만 음성 피드백에 의해 TRH와 TSH의 농도는 낮아지게 된다.
- 갑상샘을 일부 제거하면 티록신이 분비되지 못하므로 혈중 티록신 농도가 낮아지며, 티록신의 분비를 촉진하기 위해 혈중 TRH와 TSH 농도가 높아지게 된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 TSH로 뇌하수체 전엽에서 분비된다.
ㄴ. ㉡은 티록신으로 갑상샘에서 분비된 후 혈액을 통해 표적 기관으로 이동한다.
ㄷ. 음성 피드백은 어떤 과정의 결과가 그 과정을 억제하는 조절을 말한다. 티록신의 분비는 음성 피드백으로 조절되며 티록신이 주사되면 TRH와 TSH의 농도가 낮아진다.

04 핵심 키워드: 티록신, 아이오딘, 음성 피드백, 갑상샘종

모범 답안 아이오딘(I)이 결핍되면 티록신이 합성되지 않아 혈중 티록신의 농도가 낮아지는데, 음성 피드백에 의하여 시상 하부와 뇌하수체 전엽에서 각각 TRH와 TSH의 분비가 증가하기 때문에 지속적으로 갑상샘이 자극을 받아 갑상샘종이 나타날 수 있다.

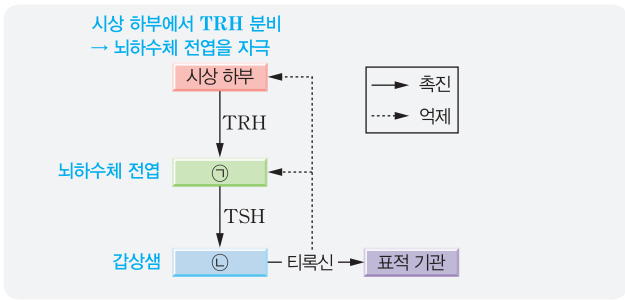
| 문제+자료 분석 |

- 혈중 티록신의 농도가 TRH와 TSH의 분비를 조절하는 것이 음성 피드백의 원리이다.

*** 채점 기준**

아이오딘(I)의 결핍에 따라 혈중 티록신의 농도가 낮아짐으로써 시상 하부, 뇌하수체 전엽에서 TRH와 TSH의 분비가 증가하고 갑상샘이 자극을 받아 갑상샘이 커지게 된다고 옳게 서술한 경우	100 %
아이오딘(I)의 결핍에 따른 TRH와 TSH의 분비 증가로 갑상샘이 자극을 받아 갑상샘이 커지게 된다고 서술한 경우	70 %
아이오딘(I)의 결핍에 따라 혈중 티록신의 농도가 낮아진다고만 서술한 경우	30 %

05 정답 ③ * 항상성 유지 원리



| 문제+자료 분석 |

- 티록신의 분비 조절은 음성 피드백에 의해 조절된다. 음성 피드백은 어떤 반응으로 나타난 결과가 그 반응의 원인을 억제하는 방향으로 작용하는 현상이다.
- ㉠ 뇌하수체 전엽: TSH를 분비하는 내분비샘이다.
- ㉡ 갑상샘: 티록신을 분비하는 내분비샘이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 시상 하부에서 분비되는 TRH는 뇌하수체 전엽(㉠)을 자극한다. 뇌하수체 전엽에서 분비되는 TSH는 갑상샘(㉡)을 자극하여 티록신을 분비하도록 한다.
ㄴ. 티록신의 분비는 음성 피드백에 의해 조절된다.
ㄷ. 티록신이 정상보다 과다 분비되면 음성 피드백에 의해 시상 하부에서 TRH 분비를 억제한다. TRH 분비가 억제되므로 뇌하수체 전엽(㉠)에서도 TSH 분비를 억제한다.

06 정답 ② * 음성 피드백 ····· [정답률 54%]

| 문제+자료 분석 |

- 호르몬 ㉢의 분비량이 부족하면 호르몬 ㉠과 ㉡의 분비는 촉진된다. 반대로 호르몬 ㉢이 과다하면 호르몬 ㉠과 ㉡의 분비는 억제된다. 이는 음성 피드백에 의한 호르몬 분비 조절 방식이다.
- 음성 피드백은 어떤 반응으로 나타난 결과가 그 반응의 원인을 억제하는 방향으로 작용하는 현상이다.

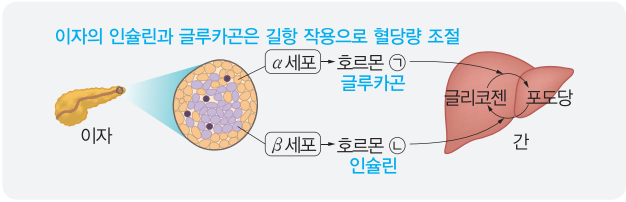
| 보기 분석 |

ㄱ. ⓐ는 +, ⓑ는 −이다.

ㄴ. 내분비샘 A는 시상하부에서 분비되는 호르몬 ㉠의 작용을 받으므로 뇌하수체 전엽에 해당한다.

ㄷ. 길항 작용은 한 요인이 기능을 촉진하면 다른 요인은 기능을 억제하는 작용이다. 따라서 ㉠과 ㉡은 길항 작용을 하지 않는다.

07 정답 ② * 혈당량 조절



| 문제+자료 분석 |

- ㉠: 교감 신경에 의해 이자의 α세포에서 분비되는 글루카곤이다.
- ㉡: 부교감 신경에 의해 이자의 β세포에서 분비되는 인슐린이다. 간에서 인슐린과 글루카곤은 길항 작용을 통해 혈당량을 조절한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 교감 신경에 의해 분비되는 호르몬인 글루카곤이다. 글루카곤은 간에서 글리코젠을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진시킨다.

ㄴ. ㉡은 부교감 신경에 의해 분비되는 호르몬인 인슐린이다. 인슐린은 간에서 포도당을 글리코젠으로 합성하는 과정을 촉진시킨다.

ㄷ. 이자의 α세포에서 분비되는 호르몬인 글루카곤은 글리코젠을 포도당으로 분해시켜 혈당량을 높이고, 이자의 β세포에서 분비되는 호르몬인 인슐린은 포도당을 글리코젠으로 합성하여 혈당량을 낮춘다. 따라서 글루카곤(㉠)과 인슐린(㉡)은 간에서 길항 작용을 한다.

08 정답 ② * 혈당량 조절 ····· [정답률 55%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 글루카곤: 혈중 포도당 농도가 낮을 때 분비되며, 글리코젠을 포도당으로 분해하는 ⓑ 과정을 촉진한다.
- ㉡ 인슐린: 혈중 포도당 농도가 높을 때 분비되며, 포도당을 글리코젠으로 합성하는 ⓐ 과정을 촉진한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 글루카곤으로 이자의 α 세포에서 분비된다.

ㄴ. ㉡은 포도당을 글리코젠으로 합성하는 ⓐ 과정을 촉진한다.

ㄷ. 길항 작용은 두 가지 요인이 같은 기관에 대해 서로 반대되는 작용을 하여 서로의 효과를 줄이는 것이다. ㉠과 ㉡은 서로 반대되는 과정을 촉진하여 간에서 길항 작용을 한다.

09 정답 ④ * 혈당량 조절 ····· [정답률 55%]

| 문제+자료 분석 |

- 정상인 사람에서 인슐린은 혈당량이 높을 때 분비되어 포도당을 글리코젠으로 전환하여 혈당량을 감소시키는 역할을 한다.
- X는 주스를 마신 후 인슐린 농도가 증가하여 혈당량이 감소하므로 정상인 사람이다. 반면, Y는 인슐린이 분비되지 않아 주스를 마신 후 혈당량이 감소하지 않으므로 당뇨병 환자이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 인슐린은 이자의 β 세포에서 분비되며 글루카곤은 이자의 α 세포에서 분비된다.

ㄴ. 구간 Ⅰ에서 혈당량이 증가하므로 혈당량을 감소시키기 위해 X의 인슐린 분비량이 증가한다.

ㄷ. 구간 Ⅱ에서 X는 인슐린에 의해 포도당이 글리코젠으로 합성되고 있다. Y는 인슐린이 적절히 분비되지 않아 여전히 혈당량이 높으므로 글리코젠 합성량은 X에서가 Y에서보다 많다.

10 정답 ④ * 당뇨병 ····· [정답률 51%]

| 문제+자료 분석 |

- 제1형 당뇨병은 인슐린 분비 세포인 β세포의 이상으로 인슐린 분비가 부족하여 발생하고, 제2형 당뇨병은 인슐린이 분비되지만 인슐린 표적 세포가 정상적으로 기능을 하지 못하여 발생한다.
- 포도당 섭취 후 인슐린 분비가 적은 B는 제1형 당뇨병 환자이고, 인슐린 분비가 정상인과 같이 증가하는 A는 제2형 당뇨병 환자이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 포도당 섭취 후 인슐린 농도가 증가하므로 인슐린 분비가 일어나는 제2형 당뇨병 환자이다.

ㄴ. 이자의 α세포에서 글루카곤이 분비되고, 이자의 β세포에서 인슐린이 분비된다.

ㄷ. 인슐린이 분비되면 간에서 포도당이 글리코젠으로 합성된다. 구간 Ⅰ에서 혈중 인슐린 농도는 정상인이 B보다 높으므로 인슐린에 의한 글리코젠 합성량도 B보다 정상인이 많다.

11 정답 ① * 체온 조절

| 문제+자료 분석 |

- 간뇌 시상 하부에서 체온의 변화를 감지하고, 열 발생량과 열 발산량을 조절함으로써 체온이 일정하게 유지된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A 과정에 의해 피부 근처 혈관이 수축하게 되면, 피부 근처로 흐르는 혈액량이 감소하게 됨으로써 피부를 통한 열 발산량이 감소하여 체온이 상승하게 된다.

ㄴ. B 과정은 체온이 낮아졌을 때 물질대사를 촉진시켜 체온을 높인다. 따라서 B 과정은 시상 하부의 온도가 낮을 때(Ⅰ)가 높을 때(Ⅱ)보다 활발하게 일어난다.

ㄷ. 피부 근처 혈관을 수축시키는 A 과정은 교감 신경에 의해 일어나며, B는 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)과 갑상샘 자극 호르몬(TSH)에 의해 일어난다.

12 정답 ③ * 체온 조절 ····· [정답률 51%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 주변 온도가 상승하면 우리 몸의 체온을 유지하기 위해 열 발생량은 감소하고, 열 발산량은 증가한다. (가)에서 ㉠이 감소하고 있으므로 ㉠은 열 발생량이다.
- (나): 피부 근처 혈관은 A가 B보다 수축한 상태이다. 우리 몸은 주변 온도가 높을 때 피부 근처 혈관을 확장하여 체외로 방출하는 열의 양이 많아지도록 한다. 따라서 A는 T_1일 때, B는 T_2일 때 피부 근처 혈관의 상태이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 열 발생량이다.

ㄴ. T_2일 때 피부 근처 혈관의 상태는 B이다.

ㄷ. 체온 조절 중추는 시상 하부이다.

13 정답 ⑤ * 체온 조절 [정답률 56%]

| 문제+자료 분석 |

- 저온 자극이 주어졌을 때 갑상샘에서 티록신이 분비되어 물질대사를 촉진한다.
- 저온 자극이 주어졌을 때 골격근이 수축하여 열 발생량을 증가시키고, 피부 근처 혈관이 수축(㉠)하여 열 발산량을 감소시킨다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 갑상샘에서 분비되는 호르몬 A는 티록신이다.
ㄴ. 저온 자극이 주어지면 피부 근처 혈관이 수축됨으로써 피부 근처를 흐르는 혈액의 양이 감소하여 체표면을 통한 열 발산량이 감소한다. 따라서 ㉠은 수축이다.
ㄷ. 저온 자극이 주어지면 골격근이 빠르게 수축, 이완되어 몸이 떨리고, 열 발생량(열 생산량)이 증가한다.

14 정답 ⑤ * 혈장 삼투압 조절 [정답률 54%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 혈장 삼투압 변화에 따라 항이뇨 호르몬(ADH)인 X의 분비량이 조절되어 콩팥에서 수분 재흡수량이 조절된다.
- (나): 혈중 X(ADH) 농도가 높아질수록 콩팥에서 단위 시간당 수분의 재흡수량이 많아지고 단위 시간당 오줌 생성량(㉠)이 감소하고 오줌 삼투압이 증가한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 혈장 삼투압의 변화에 따라 뇌하수체 후엽에서 분비되는 호르몬 X는 ADH(항이뇨 호르몬)이다.
ㄴ. 혈중 항이뇨 호르몬 농도가 높아질수록 오줌 삼투압은 높아지고 단위 시간당 오줌 생성량은 감소한다. 따라서 ㉠은 단위 시간당 오줌 생성량이다.
ㄷ. C_1일 때보다 C_2일 때 혈중 X(ADH) 농도가 높다. ADH는 콩팥에서 수분의 재흡수를 촉진하는 호르몬으로 혈중 ADH 농도가 높을수록 단위 시간당 수분 재흡수량도 많다. 따라서 콩팥에서 단위 시간당 수분의 재흡수량은 C_1일 때가 C_2일 때보다 적다.

15 정답 ④ * 삼투압 조절 [정답률 59%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 세포 호흡 시 단백질이 에너지원으로 쓰이면 암모니아가 생성되는데, 간에서 암모니아가 요소로 전환된다. 요소는 혈액 A를 통해 콩팥으로 전달되고 오줌으로 배출된다. 오줌으로 요소가 빠져나갔으므로 혈액 B는 혈액 A보다 단위 부피당 요소의 양이 적다.
- (나): 물 섭취 후 우리 몸은 체내 삼투압을 유지하기 위해 항이뇨 호르몬(ADH)이 감소되고 콩팥의 수분 재흡수가 억제된다. 따라서 오줌 생성량은 증가하고, 오줌의 삼투압은 감소하게 된다. (나)에서 물 섭취 후 ㉠이 증가하므로 ㉠은 단위 시간당 오줌 생성량이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 단위 부피당 요소의 양은 혈액 A에서가 혈액 B에서보다 많다.
ㄴ. ㉠은 단위 시간당 오줌 생성량이다.
ㄷ. 물 섭취 후 항이뇨 호르몬(ADH)은 감소하므로 물 섭취 이후 시점인 구간 Ⅰ은 항이뇨 호르몬(ADH)이 낮은 상태이다. 반면, 구간 Ⅱ는 물 섭취한 시점으로부터 시간이 많이 지나 오줌 생성량이 물 섭취 전으로 돌아간 상태이므로 구간 Ⅰ보다 항이뇨 호르몬(ADH)이 높다. 따라서 혈중 항이뇨 호르몬(ADH)의 농도는 구간 Ⅱ에서가 구간 Ⅰ에서보다 높다.

16 정답 ③ * 삼투압 조절 [정답률 50%]

| 문제+자료 분석 |

- 항이뇨 호르몬(ADH)은 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진하는 호르몬이다.
- 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 증가하면 수분 재흡수량이 증가하고 단위 시간당 생성되는 오줌 생성량은 감소하며 오줌 삼투압(㉠)은 증가한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 항상성 유지의 중추는 간뇌 시상 하부이다. 간뇌 시상 하부에서 혈장 삼투압 변화를 감지하여 혈장 삼투압이 일정하게 유지하도록 조절한다.
ㄴ. 혈장 삼투압이 증가하면 오줌의 삼투압은 증가하고, 단위 시간당 오줌 생성량은 감소한다. 혈장 삼투압이 증가할 때 ㉠의 값도 증가하므로 ㉠은 오줌 삼투압이다.
ㄷ. 혈장 삼투압이 증가하면 뇌하수체 후엽에서 분비되는 ADH의 분비량이 증가하여 수분 재흡수량이 증가되고, 오줌 삼투압이 높아진다. ADH의 농도는 혈장 삼투압이 더 높은 p_2일 때가 p_1일 때보다 더 높다.

문제 풀이 Tip

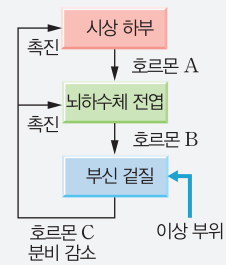
ADH 농도는 오줌 삼투압과 비례 관계이며, ADH 농도는 오줌 생성량과 반비례 관계이다.

내신 1등급 문제 문제편 116p

17 정답 ⑤ * 음성 피드백

환자 \ 호르몬	㉠ B	㉡ C	㉢ A
(가) 시상 하부 이상	−	−	−
(나) 뇌하수체 전엽 이상	−	−	+
(다) 부신 겉질 이상	+	−	+

(+ : 정상인보다 높음, − : 정상인보다 낮음)



(다) 환자는 부신 겉질 이상 → ㉡은 호르몬 C

| 문제+자료 분석 |

- 환자 (가)는 호르몬 ㉠~㉢이 모두 정상인보다 낮으므로 시상 하부에 이상이 있는 환자이다.
- 환자 (다)를 통해 호르몬 ㉡은 호르몬 C가 된다는 것을 알 수 있다. 환자 (다)는 부신 겉질에 이상이 있는 환자이므로, (나)는 뇌하수체 전엽에 이상이 있는 환자가 된다.
- 환자 (나)는 호르몬 A의 농도가 정상인보다 높을 것이므로 ㉢은 호르몬 A가 되고, 나머지 ㉠은 호르몬 B가 된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 호르몬 A, B, C가 모두 정상인보다 낮으므로 시상 하부에 이상이 있는 환자이다.
ㄴ. 환자 (다)를 통해 호르몬 ㉡은 호르몬 C임을 알 수 있고, (나)는 뇌하수체 전엽에 이상이 있는 환자로 호르몬 A의 농도가 정상인보다 높다. 따라서 ㉢은 호르몬 A, ㉠은 호르몬 B이다.
ㄷ. ㉢은 호르몬 A이므로 뇌하수체 전엽을 자극하여 호르몬 B의 분비량을 조절하게 된다.

18 정답 ① * 삼투압 조절

| 문제+자료 분석 |

- (가): 뇌하수체 후엽에서 분비되며, 혈장 삼투압을 조절하는 호르몬 X는 항이뇨 호르몬(ADH)이다.
- (나): 물 섭취 후 체내 수분량이 증가하므로 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량은 감소한다. 그에 따라 오줌 생성량은 증가하고, 오줌 삼투압은 낮아진다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 항이뇨 호르몬인 호르몬 X는 오줌 생성량이 더 적은 구간인 Ⅲ에서가 구간 Ⅱ에서보다 농도가 높다.

ㄴ. 오줌 생성량이 많다는 것은 혈액 속에 많은 양의 물이 있다는 것이다. 혈액 속에 많은 양의 물이 들어 있으면 혈장 삼투압은 낮은 상태가 된다. 따라서 구간 Ⅱ가 구간 Ⅰ보다 혈장 삼투압이 낮은 상태이다.

ㄷ. 시간당 오줌의 생성량이 많은 경우에 오줌에 물이 많아 오줌의 삼투압이 낮아진다. 따라서 생성되는 오줌의 삼투압은 구간 Ⅲ이 구간 Ⅱ에서보다 높다.

19 (1) 정답 A: 열 발생량, B: 열 발산량

(2) 핵심 키워드: **열 발산량, 열 발생량**

모범 답안 T_1일 때보다 T_2일 때는 정상 체온보다 높은 상태이므로 체온을 낮추기 위해서는 열 발산량은 늘리고, 열 발생량은 줄여야 한다.

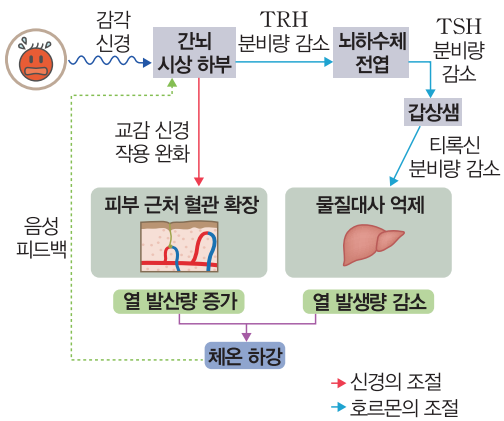
(3) 핵심 키워드: **혈액량 증가**

모범 답안 T_1일 때보다 T_2일 때는 정상 체온보다 높은 상태이므로 열 발산량을 증가시키기 위해 피부 근처로 흐르는 혈액량이 많아진다.

*** 채점 기준**

(2)	열 발산량과 열 발생량의 변화를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
	열 발산량과 열 발생량의 변화 중 1가지만 옳게 서술한 경우	50 %
(3)	T_1일 때와 비교하면서 피부 근처로 흐르는 혈액량이 많아진다고 옳게 서술한 경우	100 %
	피부 근처로 흐르는 혈액량이 많아진다고만 서술한 경우	50 %

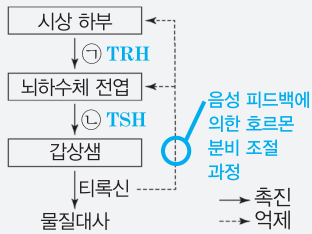
* 고온 자극 시 체온 유지



수능 대비 기출 문제 문제편 118~119p

01 정답 ④ * 음성 피드백에 의한 호르몬 분비 조절 ····· [정답률 83%]

그림은 티록신 분비 조절 과정의 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 TRH와 TSH 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. ㉠은 혈액을 통해 표적 세포로 이동한다.
→ TRH(㉠)는 호르몬이므로 혈액으로 분비되어 표적 세포로 이동

ㄴ. ㉡은 TRH이다. → ㉡은 TSH

ㄷ. 티록신의 분비는 음성 피드백에 의해 조절된다.
→ 티록신의 분비가 촉진되면 TRH(㉠)와 TSH(㉡)의 분비가 억제되므로 음성 피드백에 의해 조절됨

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 혈중 티록신의 농도가 정상 범위보다 증가하면 티록신에 의해 시상 하부의 TRH(㉠)와 뇌하수체 전엽의 TSH(㉡)의 분비가 각각 억제되어 혈중 티록신의 농도가 감소한다.
- 혈중 티록신의 농도가 정상 범위보다 감소하면 티록신에 의해 시상 하부의 TRH(㉠)와 뇌하수체 전엽의 TSH(㉡)의 분비가 각각 증가되어 혈중 티록신의 농도가 증가한다.
- 이와 같이 어느 과정의 산물이 그 과정을 억제하는 조절을 음성 피드백이라고 한다.

| 보기 분석 |

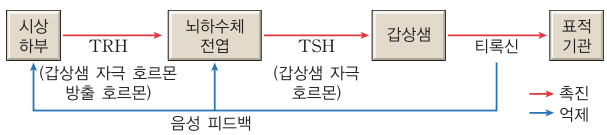
ㄱ. TRH(㉠)는 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬이다. 호르몬은 내분비샘에서 혈액으로 분비되어 혈액의 흐름에 따라 표적 세포로 이동한다.

ㄴ. 시상 하부에서 분비되는 ㉠은 TRH(갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬)이고, 뇌하수체 전엽에서 분비되는 ㉡은 TSH(갑상샘 자극 호르몬)이다.

ㄷ. 티록신의 분비가 정상 범위보다 증가하면 분비된 티록신에 의해 시상 하부와 뇌하수체 전엽에서 각각 TRH와 TSH의 분비가 억제됨으로써 티록신의 분비가 감소하여 혈중 티록신의 농도가 일정 범위 내에서 유지된다. 이와 같은 조절 방식은 음성 피드백에 해당한다.

*** 음성 피드백**

어떤 과정의 결과가 그 과정의 원인을 억제하는 조절이다.



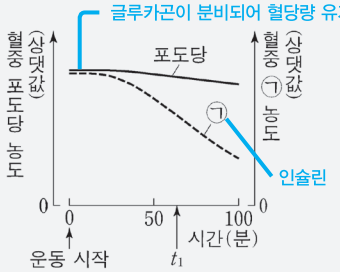
① 시상 하부에서 분비된 TRH는 뇌하수체 전엽을 자극하여 TSH의 분비를 촉진한다.

② 뇌하수체 전엽에서 분비된 TSH는 갑상샘을 자극하여 티록신의 분비를 촉진한다.

③ 혈액 속 티록신의 농도가 높아지면 음성 피드백으로 시상 하부의 TRH 분비와 뇌하수체 전엽의 TSH 분비가 억제된다.

02 정답 ③ * 혈당량 조절 ····· [정답률 61%]

그림은 정상인이 운동을 하는 동안 혈중 포도당 농도와 혈중 ㉠ 농도의 변화를 나타낸 것이다. ㉠은 글루카곤과 인슐린 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

[보기]

ㄱ. 이자의 α 세포에서 글루카곤이 분비된다.
→ 이자의 α 세포에서 글루카곤이 분비됨

ㄴ. ㉠은 세포로의 포도당 흡수를 촉진한다.
→ ㉠은 인슐린으로 세포로의 포도당 흡수를 촉진함

ㄷ. 간에서 단위 시간당 생성되는 포도당의 양은 운동 시작 시점일 때가 t_1일 때보다 많다.
→ 간에서 단위 시간당 생성되는 포도당의 양은 t_1일 때가 많음

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- **혈중 포도당 농도**: 운동을 시작하면 조직 세포에서 포도당을 흡수하여 사용하므로 혈중 포도당 농도가 감소한다. 글루카곤이 분비되어 혈중 포도당 농도가 증가하여 체내 혈당량을 일정하게 유지될 수 있다.
- **혈중 글루카곤 농도**: 운동 중 혈중 글루카곤 농도가 증가하며 식사 후에는 혈중 글루카곤 농도가 감소한다. 글루카곤에 의해 간에서 글리코젠이 포도당으로 분해된다.
- **혈중 인슐린(㉠) 농도**: 운동 중 혈중 인슐린 농도가 감소하며 식사 후에는 혈중 인슐린 농도가 증가한다. 인슐린은 조직 세포가 혈중 포도당을 흡수하도록 하며 간에서 포도당이 글리코젠의 형태로 저장되도록 한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 이자의 α 세포에서 글루카곤이 분비되며 이자의 β 세포에서 인슐린이 분비된다.

ㄴ. 운동을 하는 동안 혈중 ㉠의 농도가 감소하므로 ㉠은 인슐린이다. 인슐린은 식사 후에 농도가 증가하며 세포로의 포도당 흡수를 촉진하고 간에서 포도당이 글리코젠의 형태로 합성되는 과정을 촉진한다.

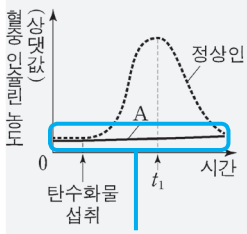
ㄷ. 운동 시작 지점일 때보다 t_1일 때 혈중 글루카곤의 농도가 높아지며 간에서 단위 시간당 생성되는 포도당의 양이 더 많다.

* 혈당량 조절 호르몬

혈당량 감소	인슐린	• 이자의 β세포에서 분비 • 간에서 작용하여 포도당을 글리코젠으로 합성
혈당량 증가	글루카곤	• 이자의 α세포에서 분비 • 간에서 작용하여 글리코젠을 포도당으로 분해
	에피네프린(아드레날린)	• 부신 속질에서 분비 • 심장 박동 촉진, 혈당량 증가 등의 기능을 담당

03 정답 ③ * 혈당량 조절 ····· [정답률 71%]

그림은 정상인과 당뇨병 환자 A가 탄수화물을 섭취한 후 시간에 따른 혈중 인슐린 농도를, 표는 당뇨병 (가)와 (나)의 원인을 나타낸 것이다. A의 당뇨병은 (가)와 (나) 중 하나에 해당한다.



인슐린이 정상적으로 분비되지 않으므로 A의 당뇨병은 (가)

당뇨병	원인
(가)	이자의 β 세포가 파괴되어 인슐린이 정상적으로 생성되지 못함 → 표적 세포는 인슐린에 정상적으로 반응
(나)	인슐린은 정상적으로 분비되나 표적 세포가 인슐린에 반응하지 못함 → 이자의 β세포는 정상

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. A의 당뇨병은 (가)에 해당한다.
→ A에서 인슐린이 정상적으로 분비되지 않으므로 A의 당뇨병은 (가)

ㄴ. 인슐린은 세포로의 포도당 흡수를 촉진한다.
→ 인슐린은 혈액에서 조직 세포로의 포도당 흡수 촉진

ㄷ. t_1일 때 혈중 포도당 농도는 A가 정상인보다 낮다.
→ t_1일 때 혈중 포도당 농도는 인슐린 농도가 높은 정상인이 A보다 낮음

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- **(가)**: 이자의 β 세포가 파괴되면 인슐린 생성 및 분비가 감소한다. (가)의 경우 탄수화물을 섭취하더라도 정상인에 비해 인슐린의 분비가 감소하여 혈중 인슐린 농도가 낮다. 따라서 혈중 포도당 농도는 정상인보다 높다.
- **(나)**: 탄수화물 섭취 후 이자의 β 세포로부터 인슐린 생성 및 분비가 정상적으로 일어난다. 하지만 분비된 인슐린에 반응해야 할 표적 세포가 정상적으로 반응하지 못하므로 혈중 포도당 농도는 정상인보다 높게 나타난다.
- **당뇨병 환자 A**: 탄수화물 섭취 후 정상인만큼 혈중 인슐린 농도가 증가하지 못하므로, 이자의 β 세포로부터 인슐린이 정상적으로 분비되지 못한다.

| 보기 분석 |

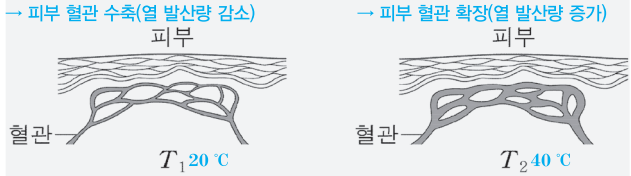
ㄱ. 당뇨병 환자 A는 탄수화물을 섭취한 후에도 정상인만큼 혈중 인슐린 농도가 증가하지 못하므로, 이자의 β 세포가 파괴되어 인슐린이 정상적으로 분비되지 못함을 알 수 있다. 따라서 A의 당뇨병은 (가)이다.

ㄴ. 인슐린은 간에서 포도당으로부터 글리코젠 합성을 촉진하고, 혈액에서 조직 세포로의 포도당 흡수를 촉진함으로써 혈중 포도당 농도를 감소시킨다.

ㄷ. t_1일 때 혈중 인슐린 농도는 정상인이 A보다 높으므로 정상인에서는 인슐린의 작용으로 혈중 포도당 농도가 감소하게 된다. 따라서 t_1일 때 혈중 포도당 농도는 인슐린 농도가 높은 정상인이 A보다 낮다.

04 정답 ② * 체온 조절 ····· [정답률 74%]

그림은 정상인이 온도 T_1과 T_2에 각각 노출되었을 때, 피부 혈관의 일부를 나타낸 것이다. T_1과 T_2는 각각 20 ℃와 40 ℃ 중 하나이고, T_1과 T_2 중 하나의 온도에 노출되었을 때만 골격근의 떨림이 발생하였다.



이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. T_1은 ~~40 ℃~~이다. → T_1은 20 ℃임

ㄴ. 골격근의 떨림이 발생한 온도는 ~~T_2~~이다.
→ 골격근의 떨림이 발생한 온도는 T_1임

ㄷ. 피부 혈관이 수축하는 데 교감 신경이 관여한다.
→ 교감 신경의 작용으로 피부 근처 혈관이 수축함

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- T_1: 저온 자극을 받으면 피부 혈관이 수축(열 발산량 감소)하므로 T_1은 20 ℃이다.
- T_2: 고온 자극을 받으면 피부 혈관이 확장(열 발산량 증가)하므로 T_2는 40 ℃이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. T_1은 피부 혈관이 수축된 것으로 보아 저온 자극을 받았을 때이므로 20 ℃이다.

ㄴ. 골격근의 떨림은 저온 자극을 받았을 때 발생하므로 더 낮은 온도인 T_1(20 ℃)에서 발생한다.

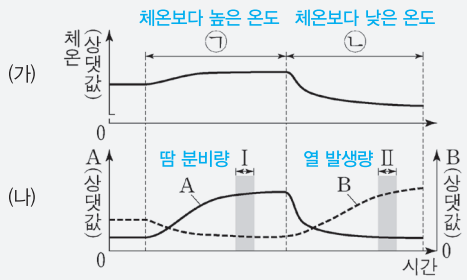
ㄷ. 교감 신경이 작용하면 피부 근처 혈관이 수축하여 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 줄어들고, 땀 분비가 억제되어 열 발산량이 감소한다.

문제 풀이 Tip

체온 조절 과정에서 피부 근처 혈관의 수축은 교감 신경의 작용 강화에 의해, 피부 근처 혈관의 이완은 교감 신경의 작용 완화에 의해 나타난다.

05 정답 ② * 체온 조절 [정답률 48%]

그림 (가)와 (나)는 정상인이 서로 다른 온도의 물에 들어갔을 때 체온의 변화와 A, B의 변화를 각각 나타낸 것이다. A와 B는 땀 분비량과 열 발생량(열 생산량)을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡은 '체온보다 낮은 온도의 물에 들어갔을 때'와 '체온보다 높은 온도의 물에 들어갔을 때'를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. ㉠은 '체온보다 ~~낮은~~ 온도의 물에 들어갔을 때'이다.
→ ㉠은 '체온보다 높은 온도의 물에 들어갔을 때'

ㄴ. 열 발생량은 구간 Ⅰ에서가 구간 Ⅱ에서보다 ~~많다~~.
→ 열 발생량은 구간 Ⅰ에서가 구간 Ⅱ에서보다 적음

ㄷ. 시상 하부가 체온보다 높은 온도를 감지하면 땀 분비량은 증가한다.
→ 시상 하부가 체온보다 높은 온도를 감지하면 땀 분비량 증가

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- ㉠: 체온보다 높은 온도의 물에 들어갔을 때로 시상 하부가 체온보다 높은 온도를 감지하면 땀 분비량(A)이 증가한다.
- ㉡: 체온보다 낮은 온도의 물에 들어갔을 때로 시상 하부가 체온보다 낮은 온도를 감지하면 근육 떨림 등에 의해 열 발생량(B)이 증가한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 체온보다 높은 온도의 물에 들어갔을 때로 시상 하부가 체온보다 높은 온도를 감지한다.

ㄴ. Ⅰ은 체온보다 높은 온도의 물에 들어갔을 때이고 Ⅱ는 체온보다 낮은 온도의 물에 들어갔을 때이다. 체온보다 낮은 온도의 물에 들어갔을 때 열 발생량이 증가하므로 열 발생량은 구간 Ⅱ에서가 Ⅰ에서보다 많다.

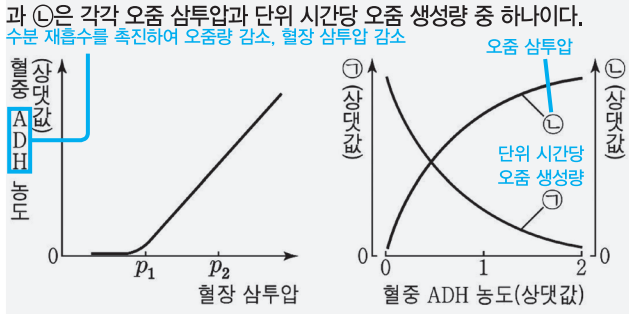
ㄷ. 시상 하부가 체온보다 높은 온도를 감지하면 ㉠에서 A가 증가한 것처럼 땀 분비량(A)이 증가한다.

* 저온 자극 시 체온 유지

호르몬에 의한 조절	• 갑상샘에서 티록신이 분비되어 물질대사가 촉진되어 열 발생량이 증가한다. • 부신 속질에서 에피네프린이 분비되어 근육 수축과 떨림으로 열 발생량이 증가한다.
교감 신경에 의한 조절	• 피부 근처 혈관 수축으로 열 발산량이 감소한다. • 심장 박동이 촉진되고 근육 떨림이 증가하여 열 발생량이 증가한다.

06 정답 ① * 삼투압 조절 [정답률 71%]

그림 (가)는 정상인의 혈장 삼투압에 따른 혈중 ADH 농도를, (나)는 이 사람에서 혈중 ADH 농도에 따른 ㉠과 ㉡의 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 오줌 삼투압과 단위 시간당 오줌 생성량 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 자료 이외에 체내 수분량에 영향을 미치는 요인은 없다.)

[보기]

ㄱ. ADH는 뇌하수체 후엽에서 분비된다.
→ ADH(항이뇨 호르몬)이 분비되는 내분비샘은 뇌하수체 후엽

ㄴ. ㉠은 ~~오줌 삼투압~~이다. → ㉠은 단위 시간당 오줌 생성량

ㄷ. 단위 시간당 오줌 생성량은 p_1에서가 p_2에서보다 ~~적다~~.
→ 단위 시간당 오줌 생성량은 ADH 농도가 낮은 p_1에서가 p_2에서보다 많음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): ADH(항이뇨 호르몬)는 뇌하수체 후엽에서 분비되어 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진시킴으로써 혈장 삼투압을 감소시키고, 오줌 삼투압을 증가시키며, 단위 시간당 오줌 생성량을 감소시키는 호르몬이다. 주의
  따라서 ADH는 혈장 삼투압이 높을수록 분비가 증가한다.
- (나): 혈중 ADH 농도가 높을수록 감소하는 ㉠은 단위 시간당 오줌 생성량이고, 혈중 ADH 농도가 높을수록 증가하는 ㉡은 오줌 삼투압이다.

| 보기 분석 |

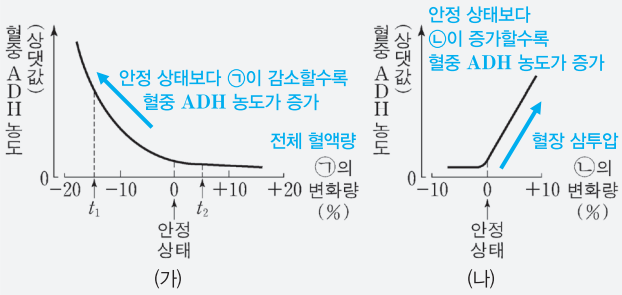
ㄱ. ADH(항이뇨 호르몬)를 분비하는 내분비샘은 뇌하수체 후엽이다.

ㄴ. ADH(항이뇨 호르몬)는 뇌하수체 후엽에서 분비되어 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진시킴으로써 단위 시간당 오줌 생성량을 감소시키는 호르몬이다. 따라서 혈중 ADH 농도가 높을수록 감소하는 ㉠은 단위 시간당 오줌 생성량이다.

ㄷ. 혈장 삼투압이 낮은 p_1에서가 혈장 삼투압이 높은 p_2에서보다 혈중 ADH 농도가 낮다. 혈중 ADH 농도가 낮을수록 단위 시간당 오줌 생성량은 많으므로, 단위 시간당 오줌 생성량은 혈장 삼투압이 낮은 p_1에서가 혈장 삼투압이 높은 p_2에서보다 많다.

07 정답 ③ * 혈장 삼투압 조절 ····· [정답률 74%]

그림 (가)와 (나)는 정상인에서 각각 ㉠과 ㉡의 변화량에 따른 혈중 항이뇨 호르몬(ADH)의 농도를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 혈장 삼투압과 전체 혈액량 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 자료 이외에 체내 수분량에 영향을 미치는 요인은 없다.)

[보기]

ㄱ. ㉡은 혈장 삼투압이다.
→ 혈장 삼투압이 증가하면 혈중 ADH 농도는 증가한다.

ㄴ. 콩팥은 ADH의 표적 기관이다.
→ ADH는 오줌의 배설량을 조절하므로 콩팥은 ADH의 표적 기관이다.

ㄷ. (가)에서 단위 시간당 오줌 생성량은 t_1에서가 t_2에서보다 ~~많다~~. → 혈중 ADH 농도가 높을수록 단위 시간당 오줌 생성량이 감소한다. 혈중 ADH 농도는 t_1에서가 t_2에서보다 높으므로 단위 시간당 오줌 생성량은 t_1에서가 t_2에서보다 적다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): 전체 혈액량이 감소하면 혈액량을 늘리기 위해 ADH의 분비가 증가하여 수분 재흡수를 촉진한다. 따라서 안정 상태일 때보다 ㉠이 감소할수록 혈중 ADH 농도가 증가하므로 ㉠은 전체 혈액량이다.
- (나): 혈장 삼투압이 증가하면 혈장 삼투압을 낮추기 위해 ADH의 분비가 증가하여 수분 재흡수를 촉진한다. 따라서 안정 상태일 때보다 ㉡이 증가할수록 혈중 ADH 농도가 증가하므로 ㉡은 혈장 삼투압이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ADH는 혈장 삼투압이 높을수록, 전체 혈액량이 감소할수록 분비가 촉진된다. 안정 상태일 때보다 ㉡이 증가할수록 혈중 ADH 농도가 증가하므로 ㉡은 혈장 삼투압이다.

ㄴ. 표적 기관은 호르몬이 작용하는 기관을 의미한다. ADH는 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진하는 호르몬이므로 ADH의 표적 기관은 콩팥이다.

ㄷ. ADH는 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진하므로 혈중 ADH 농도가 증가할수록 오줌 생성량은 감소한다. 혈중 ADH의 농도는 t_1에서가 t_2에서보다 높으므로 단위 시간당 오줌의 생성량은 t_1에서가 t_2에서보다 적다.

J 질병과 병원체

내신 대비 필수 문제 문제편 123~125p

01 정답 ③ * 비감염성 질병과 감염성 질병

| 문제+자료 분석 |

- 질병은 병원체 없이 나타나는 비감염성 질병과 병원체에 의해 나타나는 감염성 질병으로 구분된다.

| 선택지 분석 |

① 소아마비는 바이러스에 의한 질병으로 감염성 질병이다.
② 비감염성 질병은 병원체 없이 나타나며, 생활 방식, 환경, 유전 등이 원인이다.
③ 혈우병은 비감염성 질병으로 유전적 원인에 의해 나타난다.
④ 홍역의 병원체는 바이러스이다.
⑤ 파상풍은 세균에 의한 질병으로 치료에 항생제가 사용된다.

02 정답 ② * 질병과 병원체 ····· [정답률 77%]

| 문제+자료 분석 |

- (가) 세균: 세균은 단세포 생물로 세포 한 개가 하나의 개체를 이루며 스스로 물질대사를 하여 증식할 수 있다.
- (나) 바이러스: 세포 구조를 가지지 않으며 유전 물질인 핵산과 단백질 껍질로 이루어져 있다. 스스로 물질대사를 하지 못하며 다른 생명체에 기생하여 숙주 세포 내에서만 증식할 수 있다.

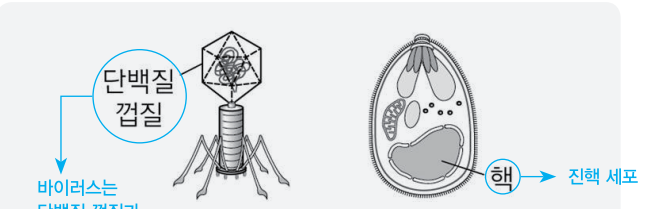
| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 단세포 생물이다.

ㄴ. (나)는 핵산과 단백질을 가진다.

ㄷ. 결핵과 중동 호흡기 증후군은 각각 세균과 바이러스에 의한 것으로 외부에서 침입한 병원체에 의해 발생하는 감염성 질병이다.

03 정답 ① * 질병과 병원체 ····· [정답률 82%]



| 문제+자료 분석 |

- (가): 박테리오파지는 핵산(유전 물질)과 단백질 껍질로 이루어진 바이러스이다.
- (나): 말라리아 원충은 원생생물로 진핵 세포로 구성된다.
- 말라리아 원충과 박테리오파지는 모두 병원체에 해당한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 박테리오파지로 단백질 껍질 안에 DNA를 유전 물질로 갖는다.

ㄴ. (나)는 핵이 있으므로 진핵 세포로 구성된 원생생물인 말라리아 원충이다.

ㄷ. 말라리아 원충인 (나)는 세포 분열을 통해 증식하지만 박테리오파지인 (가)는 세포 구조를 가지지 않는 바이러스이므로 세포 분열을 통해 증식하지 못한다. 바이러스는 숙주 세포 내에서 숙주 세포의 효소를 이용하여 복제되고 증식한다.

04 정답 ④ * 질병과 병원체 ····· [정답률 78%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 코로나 바이러스는 바이러스의 한 종류이다. 바이러스는 단백질 껍질과 핵산(유전 물질)을 가진다.
- (나): 결핵을 일으키는 결핵균은 세균이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 바이러스는 단백질 껍질과 핵산으로 이루어진 비세포 구조이다. 따라서 세포 구조로 되어 있지 않다.

ㄴ. 결핵균에 의한 질병인 결핵은 세균성 질병이다. 세균에 의한 질병은 세균을 죽이거나 증식을 억제하는 항생제를 사용하여 치료한다.

ㄷ. 바이러스는 단백질 껍질 안에 유전 물질을 가지고, 생명체인 세균은 유전 정보를 전달하는 유전 물질을 가진다. 바이러스와 세균은 모두 핵산(유전 물질)을 가진다.

05 정답 ④ * 병원체의 종류

| 문제+자료 분석 |

- 세균은 단세포 원핵생물로, 핵막으로 둘러싸인 핵막이 없다. 따라서 '핵막이 있는가?'는 A에 해당하며, 나머지 B는 '세포 구조를 갖는가?'이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 세균은 핵막이 없고 세포 구조를 가지므로 A는 '핵막이 있는가?'에 해당한다. '세포 구조를 갖는가?'의 질문에서 세균은 '예'가 되어야 하므로 B는 '세포 구조를 갖는가?'이다.

ㄴ. 말라리아 원충은 세포 구조를 가지고 있고, 핵막이 있는 진핵생물이므로 ㉠에 속한다.

ㄷ. 핵막이 없고, 세포 구조를 갖지 않는 바이러스는 ㉡에 속한다.

06 정답 ⑤ * 병원체의 특징 ····· [정답률 64%]

| 문제+자료 분석 |

- **결핵**: 단세포 원핵생물인 세균(결핵균)이 병원체인 감염성 질병이다.
- **독감**: 인플루엔자 바이러스가 병원체인 감염성 질병이다.
- **무좀**: 진핵생물인 곰팡이가 병원체인 감염성 질병이다.
- 감염성 질병이다. ➡ 결핵(B), 독감(C), 무좀(A)
- 병원체는 곰팡이이다. ➡ 무좀(A)
- 병원체는 세포로 되어 있다. ➡ 결핵(B), 무좀(A)

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)의 특징 중 3가지 특징을 갖는 A는 무좀이고, 2가지 특징을 갖는 B는 결핵이며, 1가지 특징을 갖는 C는 독감이다.

ㄴ. B(결핵)는 세균에 의한 질병이므로 결핵 치료에 항생제가 이용된다. 바이러스에 의한 질병에는 항바이러스제가, 균류에 의한 질병에는 항진균제가 이용된다.

ㄷ. 바이러스는 핵산(유전 물질)이 단백질 껍질에 둘러싸인 구조로 되어 있다. C(독감)의 병원체인 인플루엔자 바이러스는 핵산을 가진다.

07 정답 ④ * 질병의 구분 ····· [정답률 84%]

| 문제+자료 분석 |

- (가)는 세균에 의한 질병, (나)는 바이러스에 의한 질병, (다)는 비감염성 질병이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 세균에 의해 발병하는 질병이다. 세균은 핵막과 막으로 둘러싸인 세포 소기관을 갖고 있지 않은 원핵생물이다.

ㄴ. (나)는 바이러스에 의해 발병하는 질병이다. 바이러스는 세포 구조를 가지는 생명체가 아니며, 바이러스는 효소가 없어 독립적으로 물질대사를 할 수 없다.

ㄷ. (다)는 비감염성 질병이다. 이러한 질병은 병원체 없이 일어나며 생활 방식, 환경, 유전 등 여러 가지 원인이 복합적으로 영향을 미쳐 질병을 유발한다.

08 (1) 정답 A: 말라리아, B: 결핵, C: 무좀

(2) 핵심 키워드: **균사, 다세포 생물, 습한 환경, 포자**

모범 답안 다세포 생물이다. 습한 환경에서 산다. 포자로 번식한다. 몸이 균사로 이루어져 있다.

＊채점 기준

2가지 모두 옳게 서술한 경우	100 %
1가지만 옳게 서술한 경우	50 %

09 정답 ① * 질병의 감염 경로 ····· [정답률 84%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 모기와 같은 매개 곤충을 통해 병원체가 적혈구에 들어가 증식하면서 적혈구를 파괴하고 독성을 퍼뜨려 발생하는 질병으로는 말라리아가 있다.
- (나): 환자의 기침이나 재채기를 통해 방출된 병원체가 호흡기를 통해 침입하여 발생하는 질병으로는 호흡기 질환이 있다. 호흡기 질환의 예로는 폐렴, 독감, 결핵 등이 있다.
- (다): 섭취한 음식물 속의 세균이나 세균에서 생산된 독소때문에 발생하는 질병으로는 세균성 식중독이 있다.

| 선택지 분석 |

① (가)에 해당하는 질병은 말라리아, (나)에 해당하는 질병은 독감, (다)에 해당하는 질병은 세균성 식중독이다.

10 정답 ⑤ * 질병의 구분과 예방 ····· [정답률 62%]

| 문제+자료 분석 |

- (가)는 신체 접촉이나 기침에 의한 비말에 의해 감염되는 질병을 예방하기 위한 행동 수칙이다.
- 동맥 경화, 뇌졸중이 포함된 A는 비감염성 질병이다.
- 결핵이 포함된 B는 병원체가 세균인 감염성 질병이고, 말라리아가 포함된 C는 병원체가 원생생물인 감염성 질병이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 감염성 질병을 예방하기 위한 행동 수칙으로 A(비감염성 질병)를 예방할 수 없다.

ㄴ. 결핵은 결핵균(세균)에 의해 유발되는 감염성 질병이다. 따라서 B는 병원체가 세균인 감염성 질병이고, 세균에 의한 질병은 항생제를 이용하여 치료할 수 있다.

ㄷ. 말라리아는 말라리아 원충이라는 원생생물에 의해 유발되는 감염성 질병이다. 따라서 C는 병원체가 원생생물인 감염성 질병이다.

내신 1등급 문제 문제편 125p

11 정답 ⑤ * 병원체 ····· [정답률 53%]

| 문제+자료 분석 |

- **A** 말라리아의 병원체: 말라리아의 병원체는 세포 구조로 되어 있는 원생생물이다.
- **B** 무좀의 병원체: 무좀의 병원체는 곰팡이로 원생생물이 아닌 균류이다. 균류도 세포 구조로 되어 있는 생물이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 말라리아의 병원체인 원생생물은 세포 구조로 되어 있으므로 ㉠은 '○'이다.
ㄴ. B는 무좀의 병원체로 원생생물이 아닌 균류이다.
ㄷ. 말라리아와 무좀은 모두 외부에서 침입한 병원체에 의해 나타나는 질병으로 감염성 질병이다.

12 정답 ② * 질병과 병원체 ····· [정답률 54%]

병원체 \ 특징	㉠	㉡	㉢
A	㉮	?	○
B	?	○	×
C	×	㉯	×

(○: 있음, ×: 없음)
(가)

특징(㉠~㉢)
- ㉢ • 곰팡이이다. 무좀(A)
- ㉠ • 세포 구조를 갖는다. 무좀(A), 결핵(B)
- ㉡ • 감염성 질병을 일으킨다. 무좀(A), 결핵(B), 독감(C)

(나)

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 세포 구조를 갖는다.: 무좀의 병원체(A), 결핵의 병원체(B)
- ㉡ 감염성 질병을 일으킨다.: 무좀의 병원체(A), 결핵의 병원체(B), 독감의 병원체(C)
- ㉢ 곰팡이이다.: 무좀의 병원체(A)

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 특징 ㉠~㉢을 갖는 무좀의 병원체이다.
ㄴ. B는 특징 ㉠과 ㉡을 갖는 결핵의 병원체이다. 결핵의 병원체인 결핵균은 세균으로 원생생물이 아니다.
ㄷ. 무좀의 병원체(A)는 특징 ㉠을 가지므로 ㉮는 ○이고, 독감의 병원체 (C)는 특징 ㉡을 가지므로 ㉯도 ○이다.

수능 대비 기출 문제 문제편 127p

01 정답 ④ * 병원체 ····· [정답률 84%]

표는 사람 질병의 특징을 나타낸 것이다.

질병	특징
말라리아	모기를 매개로 전염된다. 원생생물인 말라리아 원충이 병원체임
결핵	(가) 세균인 결핵균이 병원체, 항생제로 치료
헌팅턴 무도병	신경계의 손상(퇴화)이 일어난다. 비감염성 유전병

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]
ㄱ. 말라리아의 병원체는 바이러스이다. → 말라리아의 병원체는 원생생물
ㄴ. '치료에 항생제가 사용된다.'는 (가)에 해당한다. → (가)에서 결핵균은 항생제로 치료
ㄷ. 헌팅턴 무도병은 비감염성 질병이다. → 헌팅턴 무도병은 비감염성 유전병

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

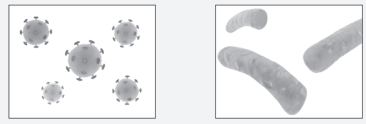
- **말라리아**: 말라리아는 원생생물인 말라리아 원충에 의해 나타나는 질병이다. 모기를 매개로 하여 흡혈을 할 때 병원체가 사람에게 전달된다.
- **결핵**: 결핵은 세균인 결핵균에 의해 나타나는 질병이다. 항생제를 이용해 세균의 생명 활동을 저해해 결핵을 치료한다.
- **헌팅턴 무도병**: 헌팅턴 무도병은 신경계가 손상되는 유전병으로 병원체에 의해 나타나는 질병이 아니다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 말라리아의 병원체는 원생생물이다.
ㄴ. 결핵의 원인은 결핵균이라는 세균이며, 결핵을 치료하기 위해서는 세균의 생명 활동을 저해하는 항생제가 사용된다.
ㄷ. 감염성 질병은 외부에서 침입한 병원체에 의해 나타나는 질병이며, 비감염성 질병은 병원체 없이 생활 방식, 유전 등에 의해 나타나는 질병이다. 헌팅턴 무도병은 유전병으로 비감염성 질병이다.

02 정답 ② * 병원체 ····· [정답률 71%]

그림 (가)와 (나)는 결핵의 병원체와 후천성 면역 결핍증(AIDS)의 병원체를 순서 없이 나타낸 것이다. (나)는 세포 구조로 되어 있다. → 바이러스는 비세포 구조, 세균은 세포 구조



(가) AIDS의 병원체 (나) 결핵의 병원체

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]
ㄱ. (가)는 결핵의 병원체이다. → (가)는 후천성 면역 결핍증(AIDS)의 병원체
ㄴ. (나)는 원생생물이다. → (나)는 세균으로 원생생물이 아님
ㄷ. (가)와 (나)는 모두 단백질을 갖는다. → 바이러스와 세균에는 모두 단백질이 존재함

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 바이러스와 세균 중 세포 구조로 되어 있는 것은 세균이며, 바이러스는 세포막 등이 없는 비세포 구조이다. 따라서 (가)는 바이러스, (나)는 세균이다.
- 결핵의 병원체 (나)는 세균이고, 후천성 면역 결핍증(AIDS)의 병원체 (가)는 바이러스(HIV: human immunodeficiency virus)이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 후천성 면역 결핍증(AIDS)의 병원체인 바이러스이다.
ㄴ. (나)는 세균으로 원생생물이 아니다.
ㄷ. 바이러스인 (가)는 유전 물질을 싸고 있는 단백질 껍질을 갖는다. 세균인 (나)는 세포막에 존재하는 단백질 등 다양한 종류의 단백질을 갖는다.

03 정답 ④ ＊병원체 ····· [정답률 85%]

표 (가)는 병원체 A~C의 특징을, (나)는 사람의 6가지 질병을 Ⅰ~Ⅲ으로 구분하여 나타낸 것이다. A~C는 세균, 균류(곰팡이), 바이러스를 순서 없이 나타낸 것이고, Ⅰ~Ⅲ은 세균성 질병, 바이러스성 질병, 비감염성 질병을 순서 없이 나타낸 것이다.

(가)

병원체	특징
균류 A	핵이 있음
세균 B	항생제에 의해 제거됨
바이러스 C	세포 구조가 아님

(나)

구분	질병
Ⅰ	㉠ 당뇨병, 고혈압
Ⅱ	독감, 홍역
Ⅲ	결핵, 파상풍

비감염성 질병 (대사성 질환) / 바이러스성 질병 / 세균성 질병

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. ㉠은 대사성 질환이다. → 당뇨병은 대사성 질환

ㄴ. Ⅱ의 병원체는 B이다.

→ Ⅱ의 병원체는 바이러스로 세포 구조가 아닌 병원체 C

ㄷ. Ⅲ의 병원체는 유전 물질을 갖는다.

→ Ⅲ의 병원체는 세균으로 유전 물질을 가짐

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- Ⅰ의 당뇨병과 고혈압은 비감염성 질병, Ⅱ의 독감과 홍역은 바이러스성 질병, Ⅲ의 결핵과 파상풍은 세균성 질병이다.
- A는 핵이 있으므로 진핵생물인 균류(곰팡이)이고, 병원체 B는 항생제에 의해 제거되므로 세균이며, 병원체 C는 세포 구조가 아니므로 바이러스이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 당뇨병은 비감염성 질병으로 혈중 포도당의 농도가 높아지는 대사성 질환이다.

ㄴ. Ⅱ의 독감과 홍역은 바이러스성 질병으로 바이러스는 세포 구조가 아닌 병원체 C에 해당한다. 항생제는 주로 원핵생물인 세균의 특성에 선택적으로 작용하는 약으로 항생제에 의해 제거되는 병원체 B는 세균이며, 바이러스는 항생제에 의해 제거되지 않는다. 함정

ㄷ. Ⅲ의 결핵과 파상풍은 세균성 질병으로 세포 구조이며 유전 물질을 가진다.

문제 풀이 Tip

바이러스에 의한 질병의 치료에는 항바이러스제, 세균에 의한 질병의 치료에는 항생제, 균류에 의한 질병의 치료에는 항진균제가 사용된다.

＊병원체의 종류와 특징

종류	핵산	세포 구조	핵막	질병의 예
바이러스	○	×	×	독감, AIDS
세균(박테리아)	○	○	×	결핵
곰팡이	○	○	○	무좀
변형 프라이온 (단백질 입자)	×	×	×	광우병

04 정답 ⑤ ＊병원체의 특징 ····· [정답률 90%]

다음은 어떤 환자의 병원체에 대한 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 인간 면역 결핍 바이러스(HIV)로 인해 면역력이 저하되어 ⓐ결핵에 걸린 환자로부터 병원체 ㉠과 ㉡을 순수 분리하였다. ㉠과 ㉡은 결핵의 병원체와 후천성 면역 결핍 증후군(AIDS)의 병원체를 순서 없이 나타낸 것이다.

(나) ㉠은 세포 분열을 통해 스스로 증식하였고, ㉡은 숙주 세포와 함께 배양하였을 때만 증식하였다.

결핵균 / HIV

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. ⓐ는 감염성 질병이다.

→ 결핵(ⓐ)은 병원체인 결핵균에 감염되어 발생하는 질병임

ㄴ. ㉡은 AIDS의 병원체이다.

→ ㉡은 숙주 세포와 함께 배양했을 때만 증식하는 HIV로 AIDS의 병원체

ㄷ. ㉠과 ㉡은 모두 단백질을 갖는다.

→ 결핵균(㉠)은 효소 단백질 등을 가지며, 바이러스인 HIV(㉡)는 단백질 껍질을 가짐

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 결핵균: 세균은 하나의 세포로 이루어진 생명체이다.
- ㉡ HIV: 바이러스는 스스로 물질대사를 하지 못하고 살아 있는 숙주 세포 내에서만 증식할 수 있다.
- 결핵과 AIDS는 모두 감염성 질병이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 결핵은 병원체인 결핵균에 의해 발생하는 감염성 질병이다.

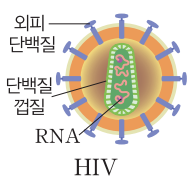
ㄴ. 후천성 면역 결핍 증후군(AIDS)은 인간 면역 결핍 바이러스(HIV)에 의해 면역력이 저하되어 발생하는 질병이다. 숙주 세포와 함께 배양했을 때만 증식한 ㉡은 바이러스로, AIDS의 병원체이다.

ㄷ. 세포 분열을 통해 스스로 증식한 ㉠은 세균이며, 숙주 세포와 함께 배양했을 때만 증식한 ㉡은 바이러스이다. 세균은 스스로 생명 활동을 하기 위한 효소 등의 단백질을 가진다.

바이러스는 효소 단백질이 없는 경우가 대부분이지만, HIV는 유전 물질을 둘러싼 단백질 껍질을 가진다. 함정

＊후천성 면역 결핍 증후군(AIDS)

HIV(인간 면역 결핍 바이러스)에 감염되어 발생하는 질병이다. HIV는 체내로 들어와 T 림프구를 파괴하여 면역 체계에 이상을 일으킨다. 세포독성 T 림프구는 감염된 세포를 파괴하고, 보조 T 림프구는 B 림프구의 항체 형성을 돕는다. 따라서 T 림프구를 파괴하면 전체 면역 체계에 이상이 발생한다.



K 우리 몸의 방어 작용

내신 대비 필수 문제 문제편 133~136p

01 정답 ⑤ * 비특이적 방어 작용

| 문제+자료 분석 |

- 비특이적 방어 작용에는 염증 반응, 식균 작용 등이 있다. 염증 반응은 피부나 점막이 손상되어 병원체가 몸속으로 침입하였을 때 일어나는 방어 작용이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 피부가 손상되어 병원체가 체내로 들어오면 손상된 조직 세포 주위의 비만 세포에서 히스타민이 분비되어 염증 반응을 일으킨다. 따라서 히스타민은 ㉠에 해당한다.
ㄴ. 식균 작용(㉢)을 하는 백혈구(㉡)의 종류에는 대식 세포가 있다.
ㄷ. 식균 작용(㉢)은 비특이적 방어 작용(선천성 면역)이다.

02 정답 ④ * 비특이적 방어 작용

| 문제+자료 분석 |

- 대식 세포는 병원체가 침입한 위치로 혈관을 통해 이동하여 병원체를 자신의 세포 안으로 끌어들이고, 세포 안에 존재하는 효소를 이용하여 병원체를 분해하는 식균 작용을 한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 대식 세포의 식균 작용은 특정 병원체를 가리지 않고 모든 병원체에 작동하여 생명체를 보호하는 작용이므로 비특이적 방어 작용에 해당한다.
ㄴ. 대식 세포는 병원체인 세균 X를 잡아먹고 세포 내에서 효소를 이용하여 X를 분해하여 제거한다.
ㄷ. 항체를 분비하는 것은 형질 세포로, 특이적 방어 작용에 해당한다. 대식 세포의 식균 작용은 비특이적 방어 작용이다.

03 정답 ⑤ * 염증 반응 ····· [정답률 78%]

| 문제+자료 분석 |

- 방어 작용은 병원체의 종류와 관계없이 일어나는 비특이적 방어 작용과 병원체의 종류를 구분하여 일어나는 특이적 방어 작용으로 구분할 수 있다.
- 비특이적 방어 작용에는 피부, 점막 등을 통해 병원체의 침입을 막는 외부 방어와 식세포 작용과 염증 반응으로 내부로 침입한 병원체를 제거하는 내부 방어가 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 세균에 감염되었을 때 일어나는 방어 작용 중 염증 반응은 비특이적 방어 작용에 해당한다.
ㄴ. 세균이 체내로 침입하면 비만 세포에서 히스타민을 분비하고, 히스타민에 의해 주위 모세 혈관이 확장된다.
ㄷ. 히스타민에 의해 모세 혈관이 확장되어 혈관벽의 투과성이 증가하고 대식세포 등의 백혈구에 의한 식세포 작용이 일어난다.

문제 풀이 Tip

백혈구(대식 세포)의 식균 작용은 병원체의 종류를 구분하지 않는 비특이적 방어 작용이고, 림프구가 특정 항원을 인식한 후 항체 생산 및 해당 항원을 기억하는 면역 반응은 특이적 방어 작용이다.

04 정답 ③ * 특이적 방어 작용

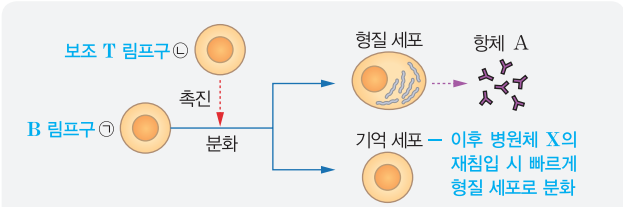
| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 형질 세포: 항체를 생성하므로 형질 세포이다.
- ㉡ 세포독성 T 림프구: 세포독성 T 림프구는 병원체에 감염된 세포를 제거한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 세포 ㉠은 형질 세포이다. 형질 세포가 생성한 항체에 의한 면역은 체액성 면역이다.
ㄴ. 감염된 세포를 직접 공격하는 세포 ㉡은 세포독성 T 림프구에 해당한다.
ㄷ. ㉠은 항체를 생성하므로 형질 세포이며, 체액성 면역에 관여한다. ㉡은 세포독성 T 림프구로, 세포성 면역에 관여한다. 따라서 ㉠과 ㉡에 의한 방어는 특이적 방어 작용에 해당한다.

05 정답 ④ * 체액성 면역



| 문제+자료 분석 |

- 대식 세포가 병원체 X를 잡아먹고 분해한 후 병원체 X의 항원 조각을 세포 표면에 제시하면 제시된 항원을 보조 T 림프구(㉡)가 인식하여 활성화된다.
- 활성화된 보조 T 림프구(㉡)는 B 림프구(㉠)를 자극하고, B 림프구는 항체를 생성하는 형질 세포와 기억 세포로 분화한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉡은 보조 T 림프구로, 보조 T 림프구는 골수에서 생성되고 이동하여 가슴샘에서 성숙한 후 작용하게 된다.
ㄴ. ㉠과 ㉡은 모두 특이적 방어 작용에 관여한다.
ㄷ. 병원체 X의 감염 경험이 없는 사람에게 항체 A만을 투여한다면 기억 세포가 형성되지 않아 이후 병원체 X의 침입 시 빠르게 형질 세포로 분화되어 항체를 생산할 수 없으므로 백신으로 사용할 수 없다.

06 정답 ③ * 우리 몸의 방어 작용

| 문제+자료 분석 |

- 대식 세포가 병원체를 잡아먹고 분해한 후 병원체의 항원 조각을 세포 표면에 제시하면 제시된 항원을 보조 T 림프구가 인식하여 활성화된다.
- 보조 T 림프구가 B 림프구(㉠)를 자극하면 B 림프구는 항체를 생성하는 형질 세포(㉡)와 기억 세포(㉢)로 분화한다.

| 선택지 분석 |

① (가) 과정은 대식 세포가 병원체를 식균 작용으로 제거하는 과정이다. 따라서 비특이적 방어 작용이다.
② 보조 T 림프구에 의해 항원의 정보를 인식하고, 형질 세포와 기억 세포로 분화하는 ㉠은 B 림프구이다.
③ ㉡은 항체를 생성하는 형질 세포이다. 따라서 체액성 면역을 담당한다.
④ 항원 X가 다시 침입하면 그 항원에 대한 정보를 기억하고 있는 기억 세포(㉢)는 형질 세포로 빠르게 분화하여 항체를 생성하게 된다.
⑤ 항원 X의 정보를 보조 T 림프구에게서 전달받아 분화된 형질 세포(㉡)에서 만든 항체는 항원 X에 결합할 수 있다. 그 결과 항원 X는 무력화된다.

07 정답 ④ * 방어 작용 ····· [정답률 55%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 보조 T 림프구: 대식 세포가 제시한 항원에 의해 보조 T 림프구가 활성화되며 이는 B 림프구의 분화를 촉진시킨다.
- ㉡ 형질 세포: B 림프구는 형질 세포와 기억 세포로 분화하며 형질 세포는 항체를 생성해 체액성 면역 반응을 일으킨다. 기억 세포는 같은 항원에 다시 감염되었을 때 빠르게 형질 세포로 분화해 다량의 항체를 신속하게 생성시키는 역할을 한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠(보조 T 림프구)은 골수에서 생성된 후 가슴샘에서 성숙한다.
ㄴ. ㉡(형질 세포)은 항체를 생성해 체액성 면역 반응을 일으킨다.
ㄷ. (나)에서 기억 세포가 형질 세포로 분화하여 다량의 항체를 신속하게 생성시키는 2차 면역 반응이 일어났다.

08 정답 ③ * 체액성 면역 반응

| 문제+자료 분석 |

- 항체를 주사한 쥐 B_2에서는 실험 전에 항원 X에 노출된 적이 없으므로 1차 면역 반응이 일어난다.
- 동일한 항원 X가 재침입했을 때 기억 세포를 주사한 쥐 C_2에서는 2차 면역 반응이 일어난다. 기억 세포가 빠르게 증식하여 형질 세포로 분화하고, 많은 양의 항체를 생성한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. B_2의 체내에는 기억 세포가 없으므로 항원 X를 주사하면 A와 같은 1차 면역 반응이 일어난다.
ㄴ. C_2는 기억 세포에 의한 2차 면역 반응이 진행된다.
ㄷ. C_1에 기억 세포를 주사하였으므로 C_1은 항원에 노출된 상태가 아니다. 따라서 기억 세포가 형질 세포로 전환되지 않고 항원 X에 대한 항체가 생성되지 않는다.

09 정답 ⑤ * 특이적 방어 작용 ····· [정답률 70%]

| 문제+자료 분석 |

- 대식세포는 항원 A를 식균 작용한 후 항원의 정보를 보조 T 림프구에 전달한다. 활성화된 보조 T 림프구는 세포성 면역과 체액성 면역을 촉진시킨다.
- (가)는 세포성 면역으로 항원에 감염된 세포가 세포독성 T 림프구에 의해 파괴된다.
- B 림프구가 형질 세포로 분화되고, 형질 세포로부터 분비된 항체 ⓐ는 항원 A에 특이적으로 작용하는 것은 체액성 면역에 해당한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 비특이적 방어 작용은 병원체에 감염된 즉시 병원체의 종류를 구분하지 않고 신속하게 반응이 일어나는 방어 작용이다. 대식세포의 식균 작용은 비특이적 방어 작용이다.
ㄴ. (가)는 세포성 면역으로 항원에 감염된 세포가 세포독성 T 림프구에 의해 파괴된다.
ㄷ. 항체는 특정 항원하고만 결합하는 특징이 있다. 따라서 항체 ⓐ는 항원 A에 대한 항체이므로 항체 ⓐ는 항원 A에 특이적으로 작용한다.

10 정답 ③ * 백신의 특징

| 문제+자료 분석 |

- **백신**: 병원성을 제거하거나 질병을 일으키지 않을 정도로 약화시킨 병원체 등을 사용하여 1차 면역 반응을 일으키고, 기억 세포의 생성을 유도한다.

| 선택지 분석 |

① 백신은 병원체의 감염 시 자연적으로 항체를 만들어낼 수 있도록 병원성을 제거하거나 약화시킨 병원체(항원)을 접종하여 기억 세포를 형성시킨다.
② 백신은 감염성 질병의 면역을 유도하여 예방하기 위한 방법으로, 비감염성 질병을 예방할 수는 없다.
③ 백신은 약화시킨 항원을 포함한 물질로, 1차 면역 반응을 일으키고 기억 세포의 생성을 유도하는 역할을 한다.
④ 다른 동물에게 항원을 주사하고 항체가 포함된 혈청을 채취하는 것은 면역 혈청이다.
⑤ 백신은 해당 병원체에 대해서만 면역을 가지게 하므로, 독감에 대해 백신 주사를 미리 접종하였더라도 천연두에 대해서는 면역이 생기지 않는다.

11 정답 ③ * 면역 관련 질환

| 문제+자료 분석 |

- **후천성 면역 결핍증(AIDS)**: 면역 결핍의 일종으로 인간 면역 결핍 바이러스(HIV)에 의해 보조 T 림프구가 파괴되어 B 림프구가 제대로 분화하지 못해 항체가 생성되지 않는다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 바이러스라는 외부 병원체에 의해 일어나는 질환이므로, 다른 사람에게 전염될 수 있다.
ㄴ. 면역 세포인 보조 T 림프구가 파괴되어 특이적 방어 작용이 제대로 활성화되지 않으므로 면역 기능이 크게 저하될 것이다.
ㄷ. 면역계의 기능 자체가 약화되는 질환이므로 해당하지 않는다. 면역계의 기능이 약화되지 않고 특정 물질에 면역계가 과민하게 반응하여 발생하는 질환은 알레르기이다.

12 (1) 핵심 키워드: **1차 면역 반응, 2차 면역 반응**

모범 답안 항원 X에 대한 반응은 기억 세포가 신속하게 형질 세포로 분화되어 많은 양의 항체 X를 빠르게 생성하는 2차 면역 반응이 일어났다. 반면, 항원 Y에 대한 반응은 1차 면역 반응이 일어나 2차 면역보다 항체 농도가 적다.

(2) 핵심 키워드: **백신, 기억세포**

모범 답안 백신은 병원성을 약화시키거나 비활성화시켜 만든 것으로 병에 걸리기 전에 백신을 주사하여 체내에 항체가 만들어지게 하고, 그 항원에 대한 기억 세포가 형성되게 한다. 따라서 병원체가 재침입했을 때 2차 면역 반응에 의해 빠르게 병원체를 제거하여 병에 걸리지 않도록 한다.

*** 채점 기준**

(1)	항원 X에 대한 2차 면역 반응과 항원 Y에 대한 1차 면역 반응에 대한 설명을 모두 포함하여 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
	'2차 면역 반응'과 '1차 면역 반응'을 포함하지 않고 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %
(2)	'기억 세포'와 '2차 면역 반응'을 모두 포함하여 원리를 옳게 서술한 경우	100 %
	'기억 세포'와 '2차 면역 반응' 중 1가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	50 %

13 정답 ② * ABO식 혈액형 판정

| 문제+자료 분석 |

- 혈구 (가)~(다)에는 응집원이, 혈장 ㉠~㉢에는 응집소가 존재한다.
- 표 ㉠에서 응집 반응이 모두 일어나지 않은 것으로 보아 ㉠에는 응집소 α와 β가 모두 없다는 것을 알 수 있다. 따라서 철수는 AB형이다.
- 표 (나)에서 응집 반응이 모두 일어나지 않은 것으로 보아 (나)에는 응집원 A와 B가 모두 없다는 것을 알 수 있다. 따라서 영희는 O형이다.
- 이들 세 사람의 혈액형은 다르므로 영수는 A형 또는 B형이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 철수의 혈장 ㉠의 응집소가 응집원 A 또는 B를 갖는 (다)의 응집원과 응집 반응을 나타내지 않은 것으로 보아 철수의 혈장 ㉠에는 응집소 α와 β가 모두 없다고 볼 수 있다. 따라서 철수의 혈액형은 AB형이다.

ㄴ. 영수는 A형 또는 B형이 될 수 있으므로 영수의 적혈구에는 응집원 A 또는 B만 존재한다.

ㄷ. 영수는 혈장 ㉡의 응집소와 반응이 일어나는 응집원을 가지면서 다른 한 쪽에는 응집하지 않았으므로 응집소 β 또는 α를 가지고 있고, A형 또는 B형이다. 영희의 혈장 ㉡은 자신의 혈구를 제외하고 모두 응집이 일어났으므로 영희는 응집소 α와 β를 모두 가지고 있는 O형이다. 따라서 영수가 가지고 있는 응집소는 영희도 가지고 있다.

문제 풀이 Tip

1. AB형의 혈구는 A형, B형, O형의 혈장과 모두 응집한다.
2. O형의 혈장은 A형, B형, AB형의 혈구와 모두 응집한다.

14 정답 ① * ABO식 혈액형 ····· [정답률 57%]

| 문제+자료 분석 |

- ABO식 혈액형별로 적혈구 막에 있는 응집원과 혈장에 있는 응집소를 정리하면 표와 같다.

구분	A형	B형	AB형	O형
응집원	A	B	A, B	없음
응집소	β	α	없음	α, β

- ㉠의 혈장에 응집소 α가 있으므로 ㉠은 B형과 O형 중 하나이다. 이 중 응집소 β가 없는 경우는 B형이므로 ㉠은 B형이다.
- ㉠의 적혈구에 있는 응집원 B와 응집 반응이 일어나지 않으려면 ㉡의 혈장에 응집소 β가 없어야 하므로 ㉡은 B형과 AB형 중 하나이다. ㉠~㉤의 ABO식 혈액형은 각각 서로 다르므로 ㉡은 AB형이다.
- ㉢과 ㉤은 각각 A형과 O형 중 하나인데, ㉢이 O형인 경우 ㉢의 적혈구와 섞어서 응집 반응이 일어나는 ABO식 혈액형은 없다. 따라서 ㉢은 A형, ㉤은 O형이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. B형인 ㉠의 적혈구에 있는 응집원 B와 응집 반응이 일어나지 않으려면 ㉡의 혈장에 응집소 β가 없어야한다. ㉡은 B형과 AB형 중 하나인데, ㉠과 ㉡의 혈액형은 서로 달라야 하므로 ㉡은 AB형이다.

ㄴ. ㉢은 A형이므로 ㉢의 혈액에는 응집소 β만 있다.

ㄷ. B형인 ㉠의 적혈구에 응집원 B가 있고, O형인 ㉤의 혈장에 응집원 α와 β가 있다. 따라서 ㉠의 적혈구에 있는 응집원 B와 ㉤의 혈장에 있는 응집소 β 사이에 응집 반응이 일어난다.

15 정답 ④ * 혈액형 분석 ····· [정답률 65%]

	응집소 β 존재	응집소 α 존재	Rh 응집소 존재
구분	항 A 혈청	항 B 혈청	항 Rh 혈청
B형 아버지	−	+	+
A형 어머니	+	−	+
O형 영희	㉠ −	−	+
AB형 남동생	+	+	−

(+ : 응집됨, − : 응집 안 됨)
남동생만 Rh^-형

| 문제+자료 분석 |

- 항 A 혈청에 응집되는 혈액에는 응집원 A가 있고, 항 B 혈청에 응집되는 혈액에는 응집원 B가 있다. 이 가족의 ABO식 혈액형은 아버지는 B형, 어머니는 A형, 남동생은 AB형이다. 이 가족의 ABO식 혈액형은 모두 다르므로 영희는 O형이다.
- 항 Rh 혈청에 응집되는 혈액에는 Rh 응집원이 있고, 항 Rh 혈청에 응집되지 않는 혈액에는 Rh 응집원이 없다. 따라서 이 가족의 Rh식 혈액형은 아버지, 어머니, 영희는 모두 Rh^+형이고, 남동생은 Rh^-형이다.

| 선택지 분석 |

① 영희는 ABO식 혈액형에 대한 응집원이 없으므로 영희의 혈액은 항 A 혈청과 항 B 혈청에 모두 응집되지 않는다. 따라서 ㉠은 '−'이다.

② 남동생의 Rh식 혈액형은 Rh^-형이다.

③ A형인 어머니의 혈액에는 응집소 β가 있다.

④ 수혈은 같은 혈액형끼리 하는 것이 원칙이다. B형인 아버지가 O형인 영희에게 수혈하면 아버지의 응집원 B와 영희의 응집소 β가 응집 반응이 일어난다. 따라서 아버지는 영희에게 수혈할 수 없다.

⑤ B형인 아버지와 A형인 어머니 사이에서 O형인 영희가 태어났으므로 어머니의 ABO식 혈액형에 대한 유전자형은 이형 접합성이다.

* ABO식 혈액형의 응집원과 응집소

구분	A형	B형	AB형	O형
응집원	A — 적혈구	B —	A — — B	없음
응집소	β — 혈장	α —	없음	α — — β

16 정답 B형

| 문제+자료 분석 |

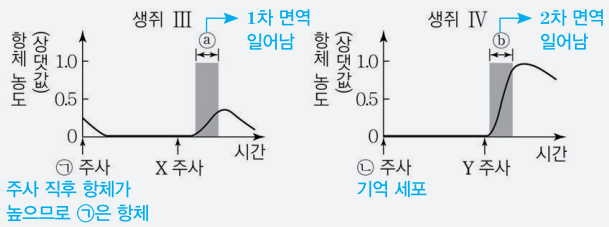
- 항 B 혈청에는 응집소 β가 들어 있으므로 항 B 혈청에 응집 반응을 했다는 것은 적혈구 표면에 응집원 B가 있다는 것을 의미한다.
- 항 A 혈청에는 응집소 α가 들어 있으므로 항 A 혈청에 응집 반응이 일어나지 않았다는 것은 적혈구 표면에 응집원 A가 없다는 것을 의미한다. 따라서 이 사람은 B형이다.

* ABO식 혈액형 판정

구분	A형	B형	O형	AB형
항 A 혈청 (응집소 α)	응집됨	응집 안 됨	응집 안 됨	응집됨
항 B 혈청 (응집소 β)	응집 안 됨	응집됨	응집 안 됨	응집됨

내신 1등급 문제 문제편 137p

17 정답 ⑤ * 특이적 방어 작용 ····· [정답률 48%]



| 문제+자료 분석 |

- 혈청만 주사한 생쥐에는 기억 세포가 없으므로 1차 면역 반응이 일어난다.
- 기억 세포를 주사한 생쥐에서는 동일한 병원체가 재침입했을 때 2차 면역 반응이 일어난다.

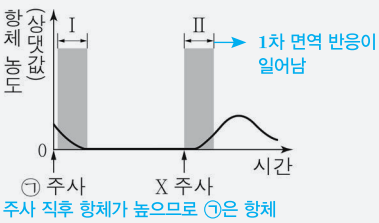
| 보기 분석 |

ㄱ. 생쥐 Ⅰ에게 X를 주사한 후 분리한 혈청에는 X에 대한 항체가 들어있기 때문에 혈청을 X에 노출된 적이 없는 생쥐 Ⅲ에게 주사하면 주사 직후 항체가 존재한다. 따라서 ㉠에는 X에 대한 항체가 있다.

ㄴ. 생쥐 Ⅲ은 X에 노출된 적이 없으므로 X를 주사하면 1차 면역 반응이 일어나 B 림프구가 형질 세포로 분화되어 X에 대한 항체가 만들어진다. 구간 ⓐ에는 X에 대한 항체를 생성 및 분비하는 형질 세포가 있다.

ㄷ. 생쥐 Ⅳ는 Y를 주사하기 전 Y에 대한 기억 세포를 주사하였으므로 Y를 주사하면 2차 면역 반응이 일어난다. 이때 항체에 의해 항원을 제거하는 과정인 체액성 면역 반응이 일어난다.

18 정답 ① * 특이적 방어 작용 ····· [정답률 37%]



| 문제+자료 분석 |

- 생쥐 A에게 X를 주사하면 X에 대한 항체가 만들어지고, 기억 세포도 함께 형성된다.
- 항체가 들어있는 혈장(또는 혈청)을 생쥐 B에게 주사하면 주사 직후 항체가 생쥐 B에 존재하고, 기억 세포를 생쥐 B에게 주사하면 항체 농도 변화는 없다. ㉠ 주사시 항체가 존재하므로 ㉠은 혈장이다.

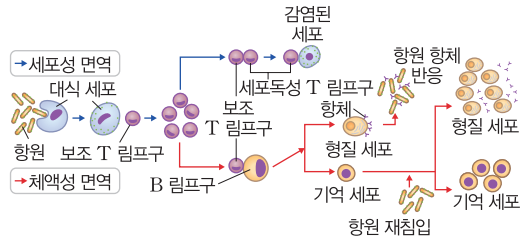
| 보기 분석 |

ㄱ. 실험 결과의 그래프에서 ㉠을 주사한 직후 항체가 존재하므로 ㉠은 X에 대한 항체를 가지고 있는 혈장이다.

ㄴ. 구간 Ⅰ에 X에 대한 항체가 존재하지만 항원 X를 주사하기 전이므로 항체 생성을 위한 형질 세포가 형성되지 않는다.

ㄷ. 항원이 처음 침입하면 1차 면역 반응이 일어나고, 동일한 항원이 다시 침입하면 2차 면역 반응이 일어난다. 구간 Ⅱ는 X를 처음 주사한 후이기 때문에 X에 대한 1차 면역 반응이 일어난다. 2차 면역 반응은 항체를 같은 항원이 재침입했을 때 일어나는 반응으로 항체 생성 시간이 빠르고, 생성되는 항체의 양도 많다.

* 특이적 방어 작용

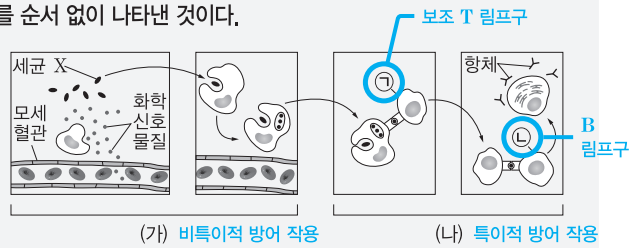


세포성 면역	활성화된 세포독성 T 림프구가 감염된 세포를 제거하는 면역 반응이다.
체액성 면역	형질 세포가 생산하는 항체가 항원과 결합함으로써 효율적으로 항원을 제거하는 면역 반응이다.
1차 면역 작용	항원의 1차 침입 시 보조 T 림프구의 도움을 받은 B 림프구가 기억 세포와 형질 세포로 분화되며, 형질 세포는 항체를 생산한다.
2차 면역 작용	동일 항원의 재침입 시 그 항원에 대한 기억 세포가 빠르게 분화하여 기억 세포와 형질 세포로 분화되며, 형질 세포가 항체를 생산한다.

수능 대비 기출 문제 문제편 139~140p

01 정답 ① * 방어 작용 ····· [정답률 58%]

그림 (가)와 (나)는 어떤 사람이 세균 X에 처음 감염된 후 나타나는 면역 반응을 순차적으로 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 B 림프구와 보조 T 림프구를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. (가)에서 X에 대한 비특이적 방어 작용이 일어났다.
→ (가)는 선천성 면역으로 비특이적 방어 작용임

ㄴ. ~~㉡은~~ 가슴샘(흉선)에서 성숙되었다. → ㉡(B 림프구)은 골수에서 성숙

ㄷ. (나)에서 X에 대한 ~~2차~~ 면역 반응이 일어났다.
→ (나)에서 X에 대한 1차 면역 반응이 일어남

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): 대식 세포와 같은 백혈구가 체내로 침투한 병원체를 세포 안으로 끌어들여 분해하는 작용을 나타낸 것으로, 비특이적 방어 작용이다.
- (나): 보조 T 림프구(㉠)에 의해 활성화된 B 림프구(㉡)가 증식하고 분화하여 형질 세포를 생성하고 형질 세포에서 분비된 항체가 항원을 제거하는 특이적 방어 작용이다.

| 보기 분석 |

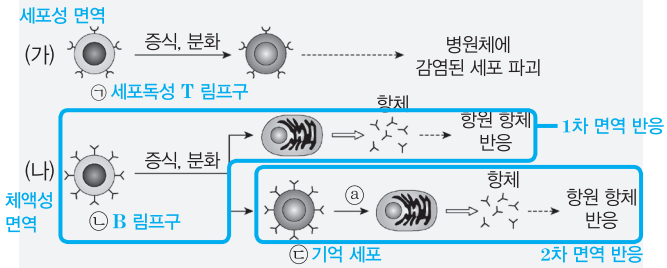
ㄱ. (가)는 식균 작용이 일어나는 비특이적 방어 작용으로, 선천성 면역에 해당한다.

ㄴ. ㉡(B 림프구)은 가슴샘(흉선)이 아닌 골수에서 성숙된다. ㉠은 보조 T 림프구로, 가슴샘(흉선)에서 성숙된다.

ㄷ. (나)는 X에 처음 감염된 후 일어나는 면역 반응으로 1차 면역 반응이다. 2차 면역 반응은 X의 1차 감염에 의해 생성된 기억 세포가 관여한다.
(나)에서 B 림프구의 형질 세포로의 전환 과정이 제시되어 있는데, 이 과정은 1차 면역 반응과 2차 면역 반응 모두에서 나타나는 과정이다. 제시된 자료에서는 기억 세포가 관여하지 않았기 때문에 (나)는 1차 면역 반응임을 알 수 있다. 확정

02 정답 ④ * 특이적 방어 작용 ····· [정답률 70%]

그림 (가)와 (나)는 사람의 면역 반응을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 세포성 면역과 체액성 면역 중 하나이며, ㉠~㉢은 기억 세포, 세포독성 T 림프구, B 림프구를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. (가)는 체액성 면역이다.
→ (가)는 세포성 면역, (나)는 체액성 면역

ㄴ. 보조 T 림프구는 ㉡에서 ㉢으로의 분화를 촉진한다.
→ 보조 T 림프구는 B 림프구(㉡)가 형질 세포와 기억 세포(㉢)로 분화하는 과정을 촉진

ㄷ. 2차 면역 반응에서 과정 ⓐ가 일어난다.
→ 2차 면역 반응에는 동일 항원의 재침입으로 인해 기억 세포(㉢)가 형질 세포로 분화하는 과정이 포함

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가) 세포성 면역: 활성화된 세포독성 T 림프구(㉠)가 병원체에 감염된 세포를 제거하는 면역 반응이다.
- (나) 체액성 면역: 형질 세포가 생산하는 항체가 항원과 결합함으로써 더 효율적으로 항원을 제거하는 면역 반응이다.
- **1차 면역 반응**: 보조 T 림프구의 작용으로 B 림프구(㉡)가 기억 세포(㉢)와 형질 세포로 분화되며, 형질 세포가 항체를 생산하여 분비한다.
- **2차 면역 반응**: 동일 항원의 재침입 시 그 항원에 대한 기억 세포(㉢)가 빠르게 분화하여 기억 세포와 형질 세포를 만들며(ⓐ), 형질 세포가 항체를 생산하여 분비한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 세포독성 T 림프구에 의해 병원체에 감염된 세포가 파괴되는 면역 반응(가)는 세포성 면역이다.

ㄴ. 항원의 1차 침입 시 보조 T 림프구가 항원 제시 세포(대식 세포)로부터 항원 정보를 전달받아 활성화되면 B 림프구(㉡)에서 형질 세포와 기억 세포(㉢)로의 분화를 촉진한다.

ㄷ. 2차 면역 반응에는 동일 항원의 재침입 시 그 항원에 대한 기억 세포가 빠르게 분화하여 기억 세포와 형질 세포가 만들어지는 과정 ⓐ가 포함된다.

03 정답 ③ * 특이적 방어 작용 ····· [정답률 80%]

다음은 어떤 사람이 병원체 X에 감염되었을 때 나타나는 방어 작용에 대한 자료이다.

(가) ㉠ 형질 세포에서 X에 대한 항체가 생성된다.
→ X에 대한 체액성 면역
(나) 세포독성 T 림프구가 X에 감염된 세포를 파괴한다.
→ X에 대한 세포성 면역

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. X에 대한 체액성 면역 반응에서 (가)가 일어난다.
→ X에 대한 항체가 생성된 것은 체액성 면역

ㄴ. (나)는 특이적 방어 작용에 해당한다.
→ (나)의 세포독성 T 림프구는 X에 감염된 세포를 특이적으로 파괴

ㄷ. 이 사람이 X에 다시 감염되었을 때 ㉠이 기억 세포로 분화한다. → X에 다시 감염되었을 때 기억 세포가 형질 세포로 분화

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): 형질 세포에서 X에 대한 항체가 생성되는 것은 X에 대한 체액성 면역 반응으로 특이적 방어 작용이다.
- (나): 세포독성 T 림프구가 X에 감염된 세포를 파괴하는 것은 X에 대한 세포성 면역 반응으로 특이적 방어 작용이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. X에 대한 체액성 면역 반응은 형질 세포에서 X에 대한 항체가 생성되는 반응으로 (가) 과정에 해당한다. 항체가 체액을 타고 순환하며 병원체 X를 무력화시키기 때문에 체액성 면역이라 한다.

ㄴ. (나)는 X에 감염된 세포를 직접 파괴하는 세포성 면역으로 세포독성 T 림프구가 X에 감염된 세포를 특이적으로 인식하는 특이적 방어 작용에 해당한다.

ㄷ. 병원체 X에 다시 감염되면 기억 세포가 형질 세포(㉠)로 분화하여 빠른 속도로 항체가 생성되며, 처음 감염되었을 때보다 더 많은 양의 항체가 생성된다.

04 정답 ③ * 특이적 방어 작용 ····· [정답률 71%]

다음은 항원 A와 B에 대한 생쥐의 방어 작용 실험이다.

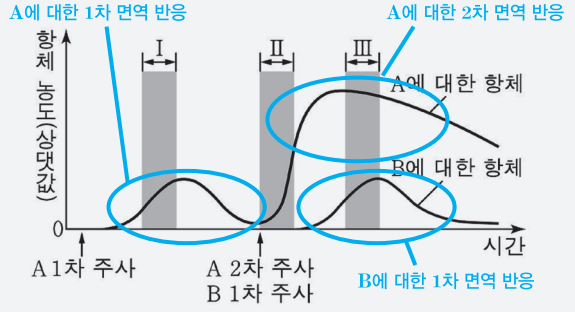
[실험 과정]

(가) A와 B에 노출된 적이 없는 생쥐 X를 준비한다.

(나) X에게 A를 1차 주사하고, 일정 시간이 지난 후 X에게 A를 2차, B를 1차 주사한다.

[실험 결과]

X에서 A와 B에 대한 혈중 항체 농도 변화는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. 구간 Ⅰ에서 A에 대한 1차 면역 반응이 일어났다.
→ A에 최초로 노출되어 나타나는 항체 농도 변화는 1차 면역 반응

ㄴ. 구간 Ⅱ에서 A에 대한 형질 세포가 기억 세포로 분화되었다.
→ 2차 면역 반응이 일어나기 위해서는 기억 세포가 형질 세포로 분화

ㄷ. 구간 Ⅲ에서 B에 대한 특이적 방어 작용이 일어났다.
→ 특정 항원에 대한 항체가 생성되는 방어 작용은 특이적 방어 작용

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- **1차 면역 반응**: 항원의 1차 침입 시 보조 T 림프구의 도움을 받은 B 림프구가 형질 세포로 분화하여 항체를 생산하는 반응이다.
- A와 B에 노출된 적이 없는 X에서 A의 1차 주사와 B의 1차 주사에 의해 나타나는 항체 농도 변화는 1차 면역 반응에 해당한다.
- 동일한 항원 재침입 시 그 항원에 대한 기억 세포가 빠르게 형질 세포로 분화하여 항체를 생산하는 면역 반응이 2차 면역 반응이다.
- X에서 A의 2차 주사에 의해 나타나는 항체 농도 변화는 2차 면역 반응에 해당한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A에 노출된 적이 없는 X에서 A의 1차 주사로 인해 항체가 생성되는 구간 Ⅰ에서의 면역 반응은 1차 면역 반응이다.

ㄴ. 구간 Ⅱ에서와 같이 A의 2차 주사로 인한 2차 면역 반응이 일어나기 위해서는 1차 면역 반응에서 형성된 기억 세포가 항원의 재침입에 의해 빠르게 분화하여 기억 세포와 형질 세포를 만들며 형질 세포가 항체를 생산해야 한다.

ㄷ. 특이적 방어 작용이란 특정 항원을 인식하여 제거하는 방어 작용으로, 구간 Ⅲ에서 일어나는 B의 1차 주사에 따른 B에 대한 항체 생성은 특이적 방어 작용에 해당한다.

05 정답 ④ * 방어 작용 ····· [정답률 80%]

다음은 병원체 P에 대한 백신을 개발하기 위한 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

(가) P로부터 두 종류의 백신 후보 물질 ㉠과 ㉡을 얻는다.
병원체의 병원성을 약화시켜 만듦

(나) P, ㉠, ㉡에 노출된 적이 없고, 유전적으로 동일한 생쥐 Ⅰ ~ Ⅴ를 준비한다.

(다) 표와 같이 주사액을 Ⅰ ~ Ⅳ에게 주사하고 일정 시간이 지난 후, 생쥐의 생존 여부를 확인한다.

생쥐	주사액의 조성	생존 여부
Ⅰ	㉠	산다
Ⅱ, Ⅲ	㉡	산다
Ⅳ	P	죽는다

(라) (다)의 Ⅲ에서 ㉡에 대한 B 림프구가 분화한 기억 세포를 분리하여 Ⅴ에게 주사한다.

(마) (다)의 Ⅰ과 Ⅱ, (라)의 Ⅴ에게 각각 P를 주사하고 일정 시간이 지난 후, 생쥐의 생존 여부를 확인한다.

P에 대한 백신으로 ㉡이 ㉠보다 적합함

생쥐	생존 여부
Ⅰ	죽는다
Ⅱ	산다
Ⅴ	산다

Ⅴ에서 2차 면역 반응이 일어남

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 외의는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. P에 대한 백신으로 ㉠이 ㉡보다 적합하다.
→ Ⅰ에 ㉠, Ⅱ에 ㉡을 주사한 후 각각 P를 주사한 결과 Ⅰ은 죽고 Ⅱ는 생존하였으므로 P에 대한 백신으로 ㉡이 ㉠보다 적합함

ㄴ. (다)의 Ⅱ에서 ㉡에 대한 1차 면역 반응이 일어났다.
→ Ⅱ에서 백신 후보 물질 ㉡을 주사하면 1차 면역 반응 일어남

ㄷ. (마)의 Ⅴ에서 기억 세포로부터 형질 세포로의 분화가 일어났다. → (마)의 Ⅴ는 생존하였으므로 기억 세포로부터 형질 세포로의 분화가 일어남

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 백신은 병원성을 약화시켜 만든 인공 항원으로 백신 주사 후 1차 면역 반응이 일어나 체내에 병원체에 대한 항체와 기억 세포가 생성된다.
- 백신 주사 후 병원체가 침입하면 기억 세포에 의한 2차 면역 반응이 일어나 빠르게 다량의 항체가 형성되어 항원을 무력화 시킨다.
- (다)에서 생쥐 Ⅰ ~ Ⅲ은 병원성을 약화시킨 백신을 주사하여 생존하지만 생쥐 Ⅳ는 병원체 P에 감염되어 죽는다.
- 백신 후보 물질 ㉡을 주사한 생쥐 Ⅲ에서는 1차 면역 반응이 일어나 ㉡에 대한 항체와 기억 세포가 생성된다. Ⅴ는 Ⅲ으로부터 분리한 기억 세포를 주사하였기 때문에 병원체 P를 주사했을 때 2차 면역 반응이 일어나 생존한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. Ⅰ에 ㉠, Ⅱ에 ㉡을 주사한 후 각각 P를 주사하였더니 Ⅰ은 죽은 반면 Ⅱ는 생존하였으므로 P에 대한 백신으로 ㉡이 ㉠보다 적합하다.

ㄴ. (다)의 Ⅱ에서 백신 후보 물질 ㉡을 주사하면 생쥐 Ⅱ의 체내에서 1차 면역 반응이 일어나 ㉡에 대한 항체와 기억 세포가 생성된다.

ㄷ. (마)의 Ⅴ에서 2차 면역 반응 과정에서 기억 세포로부터 형질 세포로의 분화가 일어났다. 그 결과 다량의 항체가 신속하게 생성되어 생존하였다.

06 정답 ① * ABO식 혈액형 ····· [정답률 66%]

다음은 철수 가족의 ABO식 혈액형에 관한 자료이다.

- 철수 가족의 ABO식 혈액형은 서로 다르다.
- 표는 아버지, 어머니, 철수의 혈액을 각각 혈구와 혈장으로 분리하여 서로 섞었을 때 응집 여부를 나타낸 것이다.

A형(응집소 β) or B형(응집소 α) AB형, 응집소 없음

구분	어머니의 혈장	철수의 혈장
아버지의 혈구	응집됨	응집 안 됨

B형(응집원 B) or A형(응집원 A) B와 β or A와 α

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, ABO식 혈액형만 고려한다.)

[보기]

ㄱ. 어머니는 O형이다. → 어머니는 A형 또는 B형

ㄴ. 철수의 혈구와 어머니의 혈장을 섞으면 응집된다.
→ 철수의 혈구에는 응집원 A와 B가 모두 있으므로 어머니의 혈장과 응집함

ㄷ. 아버지와 철수의 혈장에는 동일한 종류의 응집소가 있다.
→ 철수의 혈장에는 응집소가 없으며 아버지의 혈장에는 응집소 α와 응집소 β 중 하나가 있음

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

1st 부모의 혈액형 찾기
- 가족 구성원 3명의 ABO식 혈액형이 서로 다르려면 부모의 혈액형은 A형과 B형, AB형과 O형, AB형과 B형, AB형과 A형이 가능하다.
- 만약 부모의 혈액형이 AB형과 A형일 경우 철수의 혈액형은 B형이다. 또한 부모의 혈액형이 AB형과 B형일 경우 철수의 혈액형은 A형이다. 이 경우 부모의 혈구가 철수의 혈장과 모두 응집하므로 모순이다.
- 부모의 혈액형이 AB형과 O형일 경우 아버지의 혈구와 어머니의 혈장이 응집해야 하므로 아버지는 AB형, 어머니는 O형이다.
- 철수는 A형 또는 B형으로 아버지의 혈구와 철수의 혈장이 응집하므로 모순이다. 따라서 철수의 아버지와 어머니의 혈액형은 각각 A형과 B형 중 하나이다.

2nd 철수의 혈액형 찾기
- 부모의 혈액형이 A형과 B형이므로 철수는 AB형 또는 O형이다.
- 철수의 혈액형이 O형일 경우 철수의 혈장에 응집소 α와 β가 모두 존재하며, 아버지의 혈구와 응집하므로 모순이다. 따라서 철수의 혈액형은 AB형이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 어머니는 A형 또는 B형이다.

ㄴ. 철수는 AB형으로 철수의 혈액형에는 응집원 A와 응집원 B가 모두 있다. 어머니는 A형 또는 B형으로 어머니의 혈장에는 응집소 α와 β 중 하나가 존재하여 철수의 혈구와 응집한다.

ㄷ. 아버지의 혈장에는 α와 β 중 하나가 존재하며, 철수의 혈장에는 응집소가 존재하지 않는다. 철수의 혈장에 응집소가 존재하지 않으므로 아버지의 혈구와 응집하지 않는 것이며 동일한 종류의 응집소가 있는 것이 아니다. 주의

07 정답 ① [정답률 41%]

표는 200명의 학생 집단을 대상으로 ABO식 혈액형에 대한 응집원 ㉠, ㉡과 응집소 ㉢, ㉣의 유무와 Rh식 혈액형에 대한 응집원의 유무를 조사한 것이다. 이 집단에는 A형, B형, AB형, O형이 모두 있고, A형인 학생 수가 O형인 학생 수보다 많다. Rh^- 형인 학생들 중 A형인 학생과 AB형인 학생은 각각 1명이다.

중요 Hint: 응집원 A와 응집소 β 또는 응집원 B와 응집소 α

구분	학생 수
응집원 ㉠을 가진 학생 (B)	74
응집소 ㉢을 가진 학생 (α)	110
응집원 ㉡과 응집소 ㉣을 모두 가진 학생 (A, β)	70
Rh 응집원을 가진 학생	198

(Rh^+ 198명)

이 집단에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. O형인 학생 수가 B형인 학생 수보다 많다.
→ O형인 학생 수 56, B형인 학생 수 54

ㄴ. Rh^+형인 학생들 중 AB형인 학생 수는 20이다.
→ 1명이 Rh^-형이므로 19명이 Rh+형이면서 AB형인 학생

ㄷ. 항 A 혈청에 응집되는 혈액을 가진 학생 수가 항 A 혈청에 응집되지 않는 혈액을 가진 학생 수보다 많다.
→ 항 A 혈청에 응집되는 혈액을 가진 학생은 90명, 항 A 혈청에 응집되지 않는 혈액을 가진 학생은 110

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

1st ㉡과 ㉣, ㉠과 ㉢의 관계 파악하기
- 응집원 ㉡과 응집소 ㉣을 모두 가진 학생이 존재한다는 것은 응집원 ㉡과 응집소 ㉣이 짝이 되고, 나머지 응집원 ㉠과 응집소 ㉢도 서로 짝이다.
- 예를 들어 ㉡이 A이면 ㉣은 β, ㉡이 B이면 ㉢은 α가 된다.

2nd 학생 수를 통해 ㉠~㉣ 확정 짓기
- AB형은 응집원 A와 B를 모두 갖고, O형은 응집소 α와 β를 모두 갖는다.
- 응집원 ㉠을 가진 학생은 74명이므로 ㉠형+AB형=74, ㉠형+O형=110, ㉡형=70이다.
- 전체 학생 수는 200명이므로 A형+B형+O형+AB형=200이다. 따라서 ㉡형+O형=126, ㉡형+AB형=90이므로 ㉡형=70을 이용하여 풀어주면 O형은 56명, AB형은 20명이고, ㉠형은 54명이다.
- 또한 문제 조건에서 A형인 학생 수가 O형인 학생 수보다 많다고 하였으므로 ㉡형은 A형으로 확정되고, ㉠형은 B형으로 확정된다.
- 정리하면 ㉠은 B, ㉡은 A, ㉢은 α, ㉣은 β이며, A형은 70명, B형은 54명, AB형은 20명, O형은 56명이다.

3rd Rh^+형, Rh^-형 학생 수 파악하기
- Rh 응집원을 가질 경우 Rh^+형, Rh 응집원이 없을 경우 Rh^-형이다.
- 조건에서 Rh 응집원을 가진 학생이 198명이므로 Rh^+형은 198명, Rh^-형은 2명이다.
- Rh^-형인 학생들 중 A형인 학생과 AB형인 학생은 각각 1명이라고 하였으므로 Rh^-형 A형은 1명, Rh^-형 AB형은 1명인 것을 알 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 문제 해결 과정의 2nd를 참고하면, A형은 70명, B형은 54명, AB형은 20명, O형은 56명이다. 따라서 O형인 학생 수가 B형인 학생 수보다 2명 더 많다.

ㄴ. 문제 해결 과정의 3rd를 참고하면, Rh^-형 A형은 1명, Rh^-형 AB형은 1명이다. AB형인 학생 수가 20명이므로 Rh^-형 AB형 1명을 제외하면, Rh^+형 AB형은 19명이 된다.

ㄷ. 항 A 혈청은 응집소 α가 들어있으므로 항 A 혈청에 응집되는 혈액을 가진 학생은 A형, AB형이며, 항 A 혈청에 응집되지 않는 혈액을 가진 학생은 B형, O형이다. 따라서 A형+AB형=90명, B형+O형=110명이므로 항 A 혈청에 응집되는 혈액을 가진 학생 수가 항 A 혈청에 응집되지 않는 혈액을 가진 학생 수보다 20명 적다.

문제 풀이 Tip

1. 응집원과 응집소에 대한 학생 수 계산 문제가 나올 경우
응집원 ㉠ 또는 ㉡을 응집원 A 또는 B로 가정한 후 연립 방정식을 적용하여 풀이하도록 한다.

2. 응집원 ㉠과 응집소 ㉡을 모두 가진 학생이 주어질 경우
㉠이 A이면 ㉡은 β, ㉠이 B이면 ㉡은 α이다.

3. 항 A 혈청과 항 B 혈청

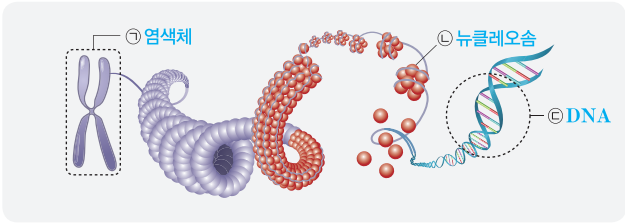
항 A 혈청	ABO식 혈액형이 B형인 사람의 혈청으로 응집소 α가 들어 있다.
항 B 혈청	ABO식 혈액형이 A형인 사람의 혈청으로 응집소 β가 들어 있다.

- 항 A 혈청에 응집되는 혈액을 가진 사람: A형, AB형
- 항 A 혈청에 응집되지 않는 혈액을 가진 사람: B형, O형
- 항 B 혈청에 응집되는 혈액을 가진 사람: B형, AB형
- 항 B 혈청에 응집되지 않는 혈액을 가진 사람: A형, O형

L 염색체와 세포 주기

내신 대비 필수 문제 문제편 147~150p

01 정답 ② * 염색체의 구조



| 문제+자료 분석 |

- 염색체(㉠)는 2개의 염색 분체로 이루어져 있고, DNA(㉢)가 히스톤 단백질을 휘감은 뉴클레오솜(㉡)이 응축되어 나타난다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 2개의 염색 분체로 이루어진 염색체이다.
ㄴ. S기 시기에는 염색체가 응축되지 않으며, 뉴클레오솜(㉡)으로 이루어져 실처럼 풀어진 상태이다. M기에 염색체(㉠)로 응축된다.
ㄷ. ㉢은 DNA이며, 기본 단위는 인산, 당, 염기로 이루어진 뉴클레오타이드이다.

02 정답 ③ * 염색체의 응축 과정

| 문제+자료 분석 |

- A 뉴클레오솜: DNA가 히스톤 단백질을 휘감고 있는 구조이다.
- B 염색체: 염색체는 핵 속에 실처럼 풀어져 있다가 세포가 분열할 때에만 응축되어 막대 모양으로 나타난다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 히스톤 단백질을 DNA가 감싸고 있는 형태로, 염색체의 기본 단위인 뉴클레오솜이다.
ㄴ. 동원체는 염색체에서 방추사가 붙는 잘록한 부분이므로 B(염색체)에는 동원체가 있다.
ㄷ. ㉠ 과정은 응축되는 과정이며, 이 과정에서 A가 사라지는 것은 아니다. 뉴클레오솜은 핵 속에 염색사 상태로 풀어져 있을 때도 존재하고 염색체로 응축된 상태에도 존재한다.

03 핵심 키워드: 염색 분체, 유전자 구성, 상동 염색체, 대립유전자

모범 답안 염색 분체는 DNA가 복제되어 형성된 것이므로 두 염색 분체의 유전자 구성은 반드시 같지만 상동 염색체는 하나는 부계로부터, 다른 하나는 모계로부터 물려받은 것이기 때문에 대립유전자가 같을 수도 있고 다를 수도 있다.

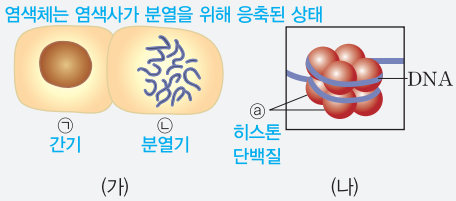
| 문제+자료 분석 |

- 염색체를 이루는 2개의 염색 분체는 세포 분열을 위해 DNA를 복제하여 동일한 유전 정보를 가지고 있다.
- 상동 염색체는 부모로부터 하나씩 물려받아 개체의 형질을 결정하므로 같은 유전 정보를 가질 수도 다른 유전 정보를 가질 수도 있다.

*** 채점 기준**

염색 분체와 상동 염색체의 생성 과정을 포함하여 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
염색 분체와 상동 염색체 중 한 가지의 생성 과정만 포함하여 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %

04 정답 ③ * 염색체와 DNA



| 문제+자료 분석 |

- (가): ㉠은 핵이 관찰되므로 간기의 세포이고, ㉡은 염색체가 관찰되므로 분열기의 세포이다.
- (나): 히스톤 단백질(ⓐ)과 DNA로 구성된 뉴클레오솜이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉡은 핵막이 없어지고 염색체가 나타나므로 분열기의 세포이다.
ㄴ. (나)는 히스톤 단백질을 DNA가 감고 있는 뉴클레오솜을 나타낸다. 뉴클레오솜은 핵 속에 염색사 상태로 풀어져 있을 때도 존재하고 염색체로 응축된 상태에도 존재한다.
ㄷ. ⓐ는 히스톤 단백질이며 단백질의 기본 단위는 아미노산이다. 뉴클레오타이드는 DNA를 구성하는 기본 단위이다.

05 정답 ③ * 염색체의 구조 ····· [정답률 66%]

| 문제+자료 분석 |

- 이 동물의 체세포에서 크기와 모양이 다른 상동 염색체가 있으므로 이 동물은 수컷이며, (가)는 성염색체 중 크기가 더 큰 X 염색체에 해당한다.
- Ⅰ과 Ⅱ는 X 염색체의 염색 분체에 해당한다.
- ㉠은 염색체를 이루는 기본 단위로 히스톤 단백질과 DNA로 이루어진 뉴클레오솜이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 이 동물은 수컷이며 (가)는 성염색체 중 X 염색체이다.
ㄴ. Ⅰ과 Ⅱ는 하나의 염색체에 존재하는 염색 분체이다.
ㄷ. ㉠은 히스톤 단백질과 DNA로 이루어진 뉴클레오솜이다.

06 정답 ① * 핵형 분석

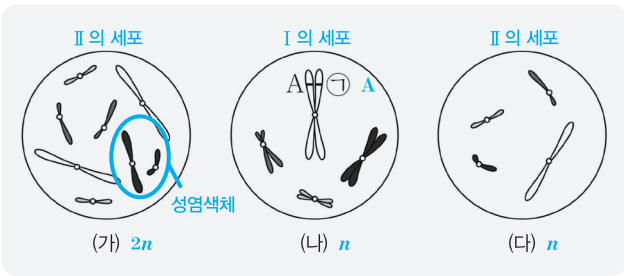
| 문제+자료 분석 |

- (가): 상동 염색체가 쌍으로 존재하며 성염색체 XY가 존재한다. 따라서 핵상은 $2n$이고 염색체는 6개이며 수컷의 세포이다.
- (나): 상동 염색체 중 하나씩만 있으므로 생식세포의 염색체를 나타낸 것이며 핵상은 n이고 염색체는 4개이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)에는 2쌍의 상염색체와 X 염색체와 Y 염색체가 있으므로 A는 수컷이다.
ㄴ. (가)에는 상동 염색체가 쌍으로 존재하므로 핵상은 $2n$이고, (나)에는 상동 염색체 중 하나씩만 존재하므로 핵상은 n이다.
ㄷ. ㉠과 ㉡은 서로 다른 염색체이기 때문에 유전자 구성이 다르다.

07 정답 ③ * 핵형 분석 ····· [정답률 63%]



| 문제+자료 분석 |

- (가): 모양과 크기가 다른 상동 염색체가 존재하므로 핵상이 $2n$인 세포이며, 성염색체가 XY인 Ⅱ의 체세포이다.
- (다): 핵상이 n이며 성염색체 중 크기가 작은 Y 염색체가 존재하므로 성염색체가 XY인 Ⅱ의 생식세포이다.
- (나): (가)와 (다)가 Ⅱ의 세포이므로 (나)는 Ⅰ의 세포이다. 또한 핵상이 n이며 성염색체가 XX인 Ⅰ의 생식세포이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 염색 분체에는 동일한 대립유전자가 존재해야 하므로 ㉠은 A이다.
ㄴ. (가)는 성염색체가 XY인 Ⅱ의 체세포이다.
ㄷ. (나)와 (다)의 핵상은 n으로 같다.

08 정답 ④ * 핵형 분석

| 문제+자료 분석 |

- **핵형 분석**: 한 생물의 체세포에 들어 있는 염색체의 수, 모양, 크기 등과 같은 외형적 특징을 분석하는 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A와 B는 상동 염색체로, 부모로부터 각각 하나씩 받은 것이므로 A가 복제되어 B가 된 것은 아니다. 복제된 DNA는 응축되어 하나의 염색체에서 염색 분체를 형성한다.
ㄴ. ㉠과 ㉡은 염색 분체이며, 세포 분열 과정에서 분리되어 서로 다른 딸세포로 들어간다.
ㄷ. 상동 염색체가 한 쌍씩 존재하므로 핵상은 $2n$이고, 8개의 상염색체와 2개의 성염색체로 구성된다.

09 정답 ③ * 핵형 분석

| 문제+자료 분석 |

- 남자의 핵형으로, 22쌍의 상염색체와 X와 Y염색체가 1개씩 있다.
- 염색체 구조는 1쌍의 12번 염색체 중 하나의 염색체 구조이며 2개의 염색분체로 되어 있고 기본 단위는 뉴클레오솜이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠과 ㉡은 동원체 부위에서 서로 연결되어 있으므로 하나의 염색체를 구성하는 염색 분체이다. 두 염색 분체는 S기에 복제된 DNA가 각각 응축해 형성된 것이므로 어머니와 아버지에게서 각각 하나씩 물려받은 것은 아니다. 반면 부모에게서 각각 하나씩 물려받는 것은 상동 염색체이다.
ㄴ. A는 히스톤 단백질이므로 기본 단위는 아미노산이다.
ㄷ. 체세포 1개의 성염색체 수는 2개, 생식세포 1개의 상염색체 수는 22개이므로 이 사람의 $\frac{\text{생식세포 1개당 상염색체 수}}{\text{체세포 1개당 성염색체 수}}=\frac{22}{2}=11$이다.

10 (1) 핵심 키워드: 상염색체, 성염색체

모범 답안 공통점은 1번부터 22번까지의 상염색체의 모양과 크기가 동일하다는 것이고 차이점은 여자의 성염색체 구성은 XX, 남자의 성염색체 구성은 XY이다.

| 문제+자료 분석 |

- 사람의 경우 남자와 여자의 상염색체의 모양과 크기는 동일하고, 성염색체는 남녀가 다르다.

*** 채점 기준**

공통점과 차이점을 1가지씩 모두 옳게 서술한 경우	100 %
공통점과 차이점 중 하나만 옳게 서술한 경우	50 %

(2) 핵심 키워드: DNA, 유전 정보

모범 답안 사람마다 염색체에 들어 있는 DNA의 유전 정보가 다르기 때문이다.

*** 채점 기준**

DNA를 언급하고, 유전 정보의 차이를 서술한 경우	100 %
DNA를 언급하지 않고, 유전 정보의 차이만 서술한 경우	50 %

11 정답 ④ * 세포 주기 ····· [정답률 54%]

| 문제+자료 분석 |

- **집단 A**: 구간 Ⅰ의 세포는 세포당 DNA 양이 1이므로 DNA 복제 전인 G_1기의 세포가 있다. 구간 Ⅱ의 세포는 세포당 DNA 양이 2이므로 DNA 복제가 끝난 후인 G_2기와 분열기(M기)의 세포가 있다.
- **집단 B**: 물질 X를 처리한 집단 B에서 구간 Ⅱ의 세포 수가 늘어났으므로 세포 주기 중 G_2기에 멈추게 한 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 구간 Ⅰ에는 G_1기의 세포가 있으므로 핵막을 가진 세포가 있다.
ㄴ. 구간 Ⅱ에는 DNA 복제가 끝난 후인 G_2기와 분열기(M기)의 세포가 있다.
ㄷ. 물질 X는 세포 주기 중 G_2기에 멈추게 하는 물질로 세포당 DNA 양이 2인 세포 수가 늘어나게 한다.

12 정답 ② * DNA양에 따른 세포 수

| 문제+자료 분석 |

- 세포 분열 후에도 세포 내 DNA양이 일정하게 유지되려면 DNA를 2배로 복제하는 과정이 필요하다.
- DNA를 복제하는 S기에는 세포 1개당 DNA양이 1과 2 사이이고, 복제가 완료되어 DNA양이 2가 되면 세포 분열을 준비한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 세포 1개당 DNA양이 1이므로 G_1기의 세포이다. G_1기의 세포에는 핵 속에 염색사가 실처럼 풀어진 상태로 있고, 체세포 분열 전기에 염색 분체를 관찰할 수 있다.
ㄴ. S기에 DNA가 복제되므로 S기에 있는 세포는 세포 1개당 DNA양이 1과 2 사이이다. (나)는 세포 1개당 DNA양이 1과 2 사이이므로 S기에 있는 세포이다.
ㄷ. (다)는 세포 1개당 DNA양이 2이므로 G_2기 또는 M기(분열기)에 있는 세포이다.

13 정답 ③ * 세포 주기 ····· [정답률 62%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ G_2기: DNA가 복제된 후에 분열을 준비하는 시기로 세포당 DNA 상대량이 2이다.
- ㉡ 분열기: 핵분열과 세포질 분열이 일어나는 시기로 세포질 분열이 완전히 끝나기 전까지 세포당 DNA 상대량이 2이다.
- ㉢ G_1기: DNA 복제를 준비하는 시기로 세포당 DNA 상대량이 1이다.

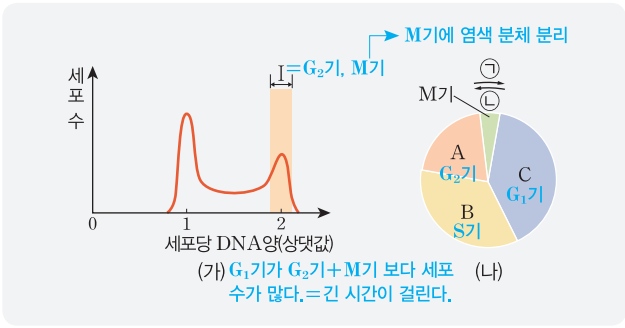
| 보기 분석 |

ㄱ. ㉡은 G_2기 이후의 시기로 분열기에 해당한다.

ㄴ. G_1기(㉢)가 G_2기(㉠)보다 더 길기 때문에 세포당 DNA 상대량이 1인 세포 수가 월등히 많다.

ㄷ. 구간 Ⅰ에는 세포당 DNA 상대량이 1과 2 사이의 세포가 존재한다. 이는 DNA의 복제가 진행 중인 S기의 세포가 존재하는 것이다.

14 정답 ④ * 세포 주기와 세포 분열



| 문제+자료 분석 |

- 세포 주기 중 긴 시간을 필요로 하는 시기일수록 어느 한 순간에 해당 시기를 진행하고 있는 세포가 많으므로, 세포 주기 중 가장 긴 시기의 세포가 가장 많이 관찰된다.
- (가): 세포당 DNA 양이 1인 구간은 G_1기 세포가, 1~2인 구간은 S기의 세포가, 2인 구간은 G_2기와 분열기의 세포가 존재한다.
- (나): 세포 주기 중 가장 긴 시기의 세포가 가장 많이 관찰된다. (가)에서 DNA양이 1인 세포가 가장 많이 관찰되므로, 세포 주기 중 DNA양이 1인 구간인 G_1기가 가장 길다는 것을 알 수 있다. 따라서 (나)의 C가 G_1기, 나머지 B는 S기, A는 G_2기이고, 세포 주기는 ㉠ 방향으로 진행된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 구간 Ⅰ은 세포당 DNA양이 2인 구간으로, 복제 후 분열 중인 세포가 포함된다. 체세포 분열 과정에서는 염색 분체가 분리되므로 구간 Ⅰ에는 염색 분체의 분리가 일어나는 시기의 세포가 있다.

ㄴ. 핵막은 세포 분열이 시작되면 소실되며, 분열이 진행되는 동안 염색체를 관찰할 수 있다. 세포 분열이 끝나면 다시 핵막이 형성되고, 유전 물질은 염색사 형태가 된다. G_1기는 간기로, 핵막이 존재한다.

ㄷ. 세포가 많을수록 긴 시기이므로 세포당 DNA양이 1인 G_1기가 가장 긴 C에 해당하므로 세포 주기는 ㉠ 방향으로 진행된다.

15 정답 ① * 세포 주기의 소요 시간

| 문제+자료 분석 |

- G_1기: 세포를 구성하는 물질을 합성하고, 세포 소기관의 수를 늘린다.
- S기: DNA를 복제한다.
- G_2기: 분열에 필요한 물질을 합성하고, 분열을 준비한다.
- 분열기: 핵분열과 세포질 분열이 일어나는 시기이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. S기는 G_1기 이후 DNA가 복제되는 시기이다.

ㄴ. 간기는 G_1기+S기+G_2기이다. 따라서 (가)의 간기는 14시간이고, (나)의 간기는 26시간이므로 간기의 소요 시간은 (나)가 (가)보다 길다.

ㄷ. 세포 주기는 간기와 분열기를 합친 것이므로 (가)는 17시간, (나)는 28시간, (다)는 20시간으로 (가)~(다) 중 세포 주기가 가장 짧은 것은 (가)이다.

내신 1등급 문제 문제편 150p

16 정답 ④ * 핵형 분석 ····· [정답률 49%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 상염색체가 44개이고, 성염색체로 X 염색체와 Y 염색체를 가지는 남자의 체세포이다. 이 세포에는 상동 염색체 쌍이 존재하므로, 이 세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=46(44+XY)$이다.
- (나): 상염색체가 44개이고, 성염색체로 X 염색체를 2개 가지는 여자의 체세포이다. 이 세포에는 상동 염색체 쌍이 존재하므로, 이 세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=46(44+XX)$이다.

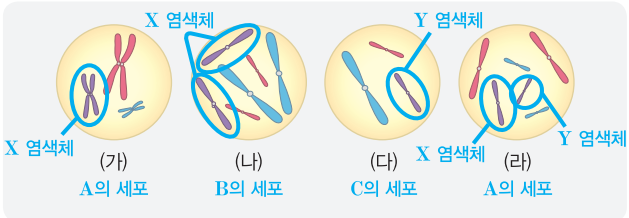
| 보기 분석 |

ㄱ. 상동 염색체의 같은 위치에는 같은 형질을 결정하는 대립유전자가 있다. (가)의 특정 형질에 대한 유전자형이 Aa이고 1번 염색체의 한 상동 염색체에 A가 있으므로, 다른 나머지 상동 염색체 ㉠에는 a가 있어야 한다.

ㄴ. 여자인 (나)의 체세포 1개당 상염색체 수는 44개, X 염색체 수는 2개이다.

ㄷ. (가)와 (나)의 체세포에 모두 상동 염색체 쌍이 존재하므로 (가)와 (나)의 핵상은 모두 $2n$이다.

17 정답 ③ * 핵형 분석



| 문제+자료 분석 |

- 같은 종은 염색체의 크기와 모양이 동일하므로 염색체의 크기와 모양이 같은 (가)와 (라)는 서로 같은 종이며, A의 세포이다. 또한 (라)에서 보라색을 제외한 각각의 상동 염색체의 크기와 모양이 동일하므로 보라색 염색체는 성염색체이며, 큰 것은 X 염색체, 작은 것은 Y 염색체이다.
- 같은 종인 두 세포가 성별이 다를 경우 한 쌍의 성염색체만 크기와 모양이 다르다. (나)와 (다)는 보라색인 한 쌍의 염색체만 모양과 크기가 다른 것으로 보아 보라색은 성염색체인 것을 알 수 있고, 같은 종이지만 서로 성별인 다른 개체의 세포이다. (나)는 성염색체가 XX인 암컷이며, (다)는 성염색체가 XY인 수컷의 세포이다.
- 조건에서 A와 B의 성은 서로 다르다고 하였으므로 B는 암컷이며, 암컷인 세포는 (나)이다. 따라서 (나)는 암컷인 B의 세포이며, 나머지 (다)는 C의 세포이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)와 (다)의 핵상은 $n=3$으로 모두 같다.

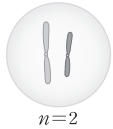
ㄴ. (다)는 C의 세포이다.

ㄷ. (나)와 (다)는 성이 다른 같은 종의 세포이다.

문제 풀이 Tip

1. 핵상이 $2n$이면 상동 염색체 쌍이 있는 상태이다.
2. 모든 상동 염색체의 모양과 크기가 같으면 XX의 성염색체를 가지는 성별이고, 모양과 크기가 다른 염색체가 있다면 그것이 Y 염색체이다.
3. 두 세포를 비교하였을 때 모든 염색체가 동일할 경우 동일한 종의 세포이다. 다만, 같은 종에서 성별이 다를 경우 한 쌍의 성염색체만 크기와 모양이 다르다.

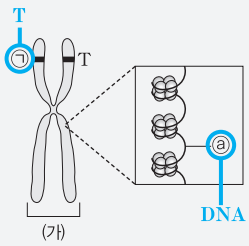
* 핵상과 염색체 수 변화

DNA 복제 전 체세포($2n$)	DNA가 복제된 체세포($2n$)	감수 분열이 완료된 생식세포(n)
상동 염색체 $2n=4$ 상동 염색체가 2쌍이 있고 염색체는 4개	염색 분체 $2n=4$ DNA가 복제되더라도 염색체 수는 변화가 없다.	 $n=2$ 상동 염색체가 없고 염색체는 2개

수능 대비 기출 문제 문제편 152~153p

01 정답 ② * 염색체의 구조 ····· [정답률 63%]

그림은 어떤 사람의 염색체 구조를 나타낸 것이다. 이 사람의 특정 형질에 대한 유전자형은 Tt이고, T는 t와 대립유전자이다. ⓐ는 단백질과 DNA 중 하나이다.



염색 분체는 유전자 구성이 같음

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. ㉠은 대립유전자 t이다.
→ 염색체를 구성하는 염색 분체의 유전자 구성은 동일
ㄴ. 세포 주기의 간기에 (가)가 관찰된다.
→ 세포 주기의 간기에는 염색체가 존재하지 않음
ㄷ. ⓐ의 기본 단위는 뉴클레오타이드이다.
→ ⓐ(DNA)의 기본 단위는 뉴클레오타이드

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

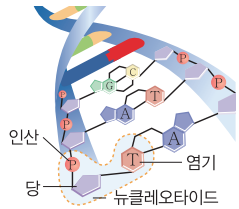
- 유전 물질은 간기에 복제되므로 하나의 염색체를 구성하는 염색 분체의 유전자 구성은 동일하다.
- 이 사람은 상동 염색체에 T와 t가 존재한다는 사실에 주의한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. DNA가 복제된 후 2개의 염색 분체로 구성된 염색체가 생성되므로 염색체를 구성하는 염색 분체의 유전자 구성은 동일하다. ㉠은 대립유전자 T이고, 대립유전자 t는 다른 염색체에 존재한다.
ㄴ. 염색체는 세포 주기의 간기에는 실처럼 풀어진 형태(염색사)로 존재하고, 분열기에는 응축되어 막대 모양으로 나타난다.
ㄷ. ⓐ는 히스톤 단백질을 감는 유전 물질로 DNA이다. DNA의 기본 단위는 당, 인산, 염기로 구성된 뉴클레오타이드이다.

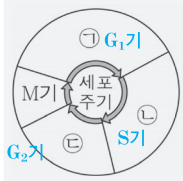
* 뉴클레오타이드

뉴클레오타이드는 DNA를 구성하는 기본 단위로 당, 인산, 염기가 1 : 1 : 1로 결합되어 있다.



02 정답 ⑤ * 세포 주기와 염색체 구조 ····· [정답률 80%]

그림 (가)는 사람에서 체세포의 세포 주기를, (나)는 사람의 체세포에 있는 염색체의 구조를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 각각 G_1기, G_2기, S기 중 하나이고, ⓐ와 ⓑ는 각각 DNA와 히스톤 단백질 중 하나이다.



(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. ㉠은 G_2기이다.
→ ㉠은 G_1기
ㄴ. ㉡ 시기에 ⓐ가 복제된다.
→ ㉡은 S기로 ⓐ(DNA)가 복제됨
ㄷ. 뉴클레오솜의 구성 성분에는 ⓑ가 포함된다.
→ 뉴클레오솜은 DNA와 히스톤으로 구성

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

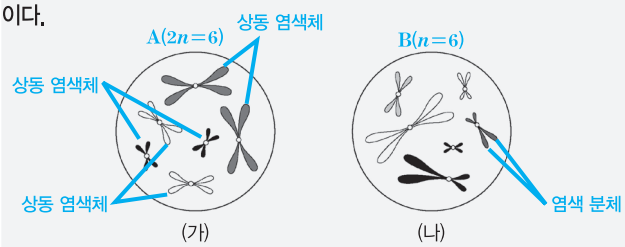
- ㉠ G_1기: 세포 주기 중 분열기가 끝난 이후 다음 세포 분열에 필요한 물질을 합성하고 세포가 가장 많이 생장하는 시기이다.
- ㉡ S기: 세포 주기의 간기 중 한 시기로 DNA가 복제되는 시기이다.
- ㉢ G_2기: DNA 복제가 끝난 이후 분열기가 시작되기 전까지 염색체의 분열을 준비하는 시기이다.
- ⓐ DNA: 염색체를 이루는 구성 성분 중 이중 나선 구조로 이루어진 것은 DNA를 나타낸다.
- ⓑ 히스톤 단백질: DNA를 응축하기 위해 DNA가 감고 있는 구조물이 히스톤 단백질이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 세포 주기 중 분열기가 끝난 직후의 시기로 다음 세포 분열을 준비하는 G_1기이다.
ㄴ. ㉡은 간기의 중심이 되는 시기이며 DNA가 복제되는 S기이다. G_1기나 G_2기가 매우 짧은 세포의 세포 주기에서도 S기는 필수적이다.
ㄷ. 뉴클레오솜은 염색체를 이루는 기본 단위로 ⓐ(DNA)가 ⓑ(히스톤 단백질)를 둘러싸고 있는 구조물이다.

03 정답 ① ∗ 염색체와 핵상 ····· [정답률 69%]

그림은 세포 (가)와 (나) 각각에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 동물 A($2n=6$)와 동물 B($2n=?$)의 세포 중 하나이다.



이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. (가)는 A의 세포이다.
→ (가)는 $2n=6$이므로 (가)는 A의 세포이다.
ㄴ. (가)와 (나)의 핵상은 같다.
→ (가)의 핵상은 $2n$, (나)의 핵상은 n이므로 (가)와 (나)의 핵상은 다르다.
ㄷ. B의 체세포 분열 중기의 세포 1개당 염색 분체 수는 12이다.
→ B의 체세포 분열 중기의 세포 1개당 염색체 수는 12이고, 염색 분체 수는 24이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 핵상은 핵 속의 염색체 상태를 의미하고, $2n$과 n으로 표시한다.
- 체세포는 상동 염색체가 쌍을 이루므로 $2n$이라고 하고, 생식세포에는 감수 분열 과정에서 상동 염색체 분리가 일어나 상동 염색체가 없이 염색체가 1개씩 있으므로 n으로 표시한다.
- (가): 상동 염색체가 있고 염색체 수가 6이므로 $2n=6$이며, 동물 A의 세포이다.
- (나): 상동 염색체가 없고 염색체 수가 6이므로 $n=6$이며, 동물 B($2n=12$)의 세포이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 상동 염색체가 있고 염색체 수가 6이므로 $2n=6$이고, (나)는 상동 염색체가 없고 염색체 수가 6이므로 $n=6$이다. 그러므로 (가)는 A의 세포이다.
ㄴ. (가)의 핵상은 2n, (나)의 핵상은 n이므로 두 세포의 핵상은 다르다. 또한 동물 A와 동물 B는 다른 종이므로 두 세포의 핵형도 다르다.
ㄷ. B의 체세포에 있는 염색체 수는 12이다. 체세포 분열 중기는 염색체가 S기를 통해 복제된 후이므로 B의 체세포 분열 중기의 염색 분체 수는 24이다.

04 정답 ③ ∗ 핵형과 핵상 ····· [정답률 82%]

그림은 동물 A($2n=6$)와 B($2n=6$)의 세포 (가)~(라) 각각에 들어 있는 모든 염색체를 나타낸 것이다. A와 B의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이고, (가)는 A의 세포이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. A는 암컷이다.
→ A는 수컷
ㄴ. A와 B는 같은 종이다.
→ A와 B는 다른 종
ㄷ. (나)와 (다)의 핵상은 같다.
→ (나)와 (다)의 핵상은 n으로 같음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

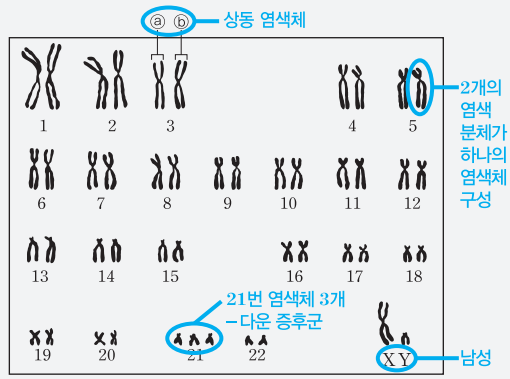
- (가)와 (다)를 비교하였을 때 검은색 염색체를 제외한 나머지 다른 염색체의 크기와 모양이 일치하므로 (다)는 X 염색체를 가지는 A의 세포이다.
- (가)와 (다)의 검은색 염색체는 크기와 모양이 다르므로 검은색 염색체는 성염색체이다. (가)는 Y 염색체, (다)는 X 염색체를 가지므로 A는 XY 염색체를 가지는 수컷이다.
- (나)와 (라)를 비교하였을 때 (나)와 (라)의 염색체의 크기와 모양이 일치하므로 (나)와 (라)는 B의 세포이다. B의 상염색체와 A의 상염색체는 그 수가 같지만 모양과 크기가 다르므로 서로 다른 종이다.
- (라)가 가지는 한 쌍의 성염색체는 모양과 크기가 같으므로 B는 XX 염색체를 가지는 암컷이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A의 세포인 (가)와 (다)를 비교해보면 검은색 염색체의 모양과 크기가 다르다. A는 XY 염색체를 가지는 수컷이다.
ㄴ. A의 세포인 (가)와 B의 세포인 (라)를 비교했을 때 A와 B의 상염색체의 모양과 크기가 다르므로 A와 B는 다른 종이다.
ㄷ. (나)와 (다)는 모두 상동 염색체를 쌍으로 가지고 있지 않으므로 n의 핵상을 가지는 세포이며, 핵상은 같다.

05 정답 ① ∗ 사람의 염색체 ····· [정답률 63%]

그림은 어떤 사람의 핵형 분석 결과를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. ⓐ는 ⓑ의 상동 염색체이다.
→ ⓐ와 ⓑ는 모양과 크기가 같은 한 쌍의 상동 염색체
ㄴ. 이 핵형 분석 결과에서 ABO식 혈액형을 알 수 있다.
→ ABO식 혈액형을 알기 위해서는 유전자 염기 서열 분석이 필요
ㄷ. 이 핵형 분석 결과에서 관찰되는 상염색체의 염색 분체 수는 45개이다.
→ 상염색체는 45개이며, 모두 복제된 형태이므로 염색 분체는 90개

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 핵형 분석은 체세포 분열 중기 세포의 염색체 사진을 이용해 분석하며, 성별과 염색체 수 및 염색체 구조 이상을 알 수 있다.

| 보기 분석 |

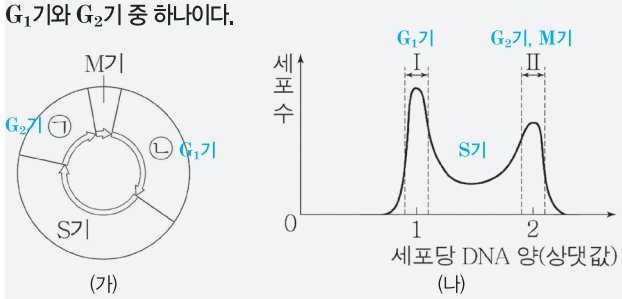
ㄱ. 상동 염색체는 감수 분열 시 접합하는 1쌍의 염색체로, 대부분 모양과 크기가 같으며 1개는 부계(아버지), 다른 1개는 모계(어머니)로부터 받는다.

ㄴ. ABO식 혈액형은 ABO식 혈액형을 결정하는 유전자의 염기 서열 차이에 의해 달라진다. 따라서 염색체의 형태와 크기만으로는 ABO식 혈액형을 알 수 없으며, 유전자 염기 서열 분석을 통해 알 수 있다. — 주의

ㄷ. 체세포 분열 전기와 중기의 염색체는 두 가닥으로 이루어져 있는데, 각각의 가닥을 염색 분체라고 한다.
그림의 상염색체는 21번 염색체가 1개 더 많은 45개이다. 그런데 모두 복제되어 두 가닥인 염색 분체가 분열하기 전의 염색체이므로 상염색체의 염색 분체는 45×2=90개이다. 정정

06 정답 ① * 세포 주기 ····· [정답률 62%]

그림 (가)는 어떤 사람 체세포의 세포 주기를, (나)는 이 체세포를 배양한 후 세포당 DNA 양에 따른 세포 수를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 G_1기와 G_2기 중 하나이다.



이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

[보기]

ㄱ. ㉡은 G_1기이다.
→ ㉡은 M기 다음 S기 전에 오는 시기이므로 G_1기임

ㄴ. 구간 Ⅰ에는 ㉠ 시기의 세포가 있다.
→ 구간 Ⅰ에는 ㉡ 시기의 세포가 있음

ㄷ. 구간 Ⅱ에는 2가 염색체를 갖는 세포가 있다.
→ 구간 Ⅱ에는 염색 분체 2개로 이루어진 염색체가 있음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ G_2기: 분열에 필요한 물질을 합성하고, 분열을 준비하는 시기이다.
- ㉡ G_1기: 세포를 구성하는 물질을 합성하고, 세포 소기관의 수를 늘리는 시기이다.
- Ⅰ: 세포당 DNA량이 1인 시기(G_1기)
- **Ⅰ과 Ⅱ 사이**: 세포당 DNA량이 1~2인 시기(S기)
- Ⅱ: 세포당 DNA량이 2인 시기(G_2기, M기가 진행 중인 세포)

| 보기 분석 |

ㄱ. 체세포의 세포 주기는 크게 간기와 분열기로 나뉘는데 G_1기 → S기 → G_2기 → M기 순으로 진행된다. 따라서 M기가 끝나고 S기가 오기 전에 위치한 ㉡은 G_1기이다.

ㄴ. 구간 Ⅰ은 세포당 DNA량이 1인 시기로 DNA를 복제하기 전인 G_1기(㉡) 시기의 세포와 분열기의 세포 중 세포질 분열이 종료된 시점의 세포들이 존재한다.

ㄷ. 체세포 분열이므로 구간 Ⅱ에는 염색 분체 2개로 이루어진 염색체가 존재한다. 2가 염색체는 감수 1분열 전기와 중기의 세포에서만 관찰된다.

07 정답 ① * 세포 주기 실험 ····· [정답률 67%]

다음은 세포 주기에 대한 실험이다.

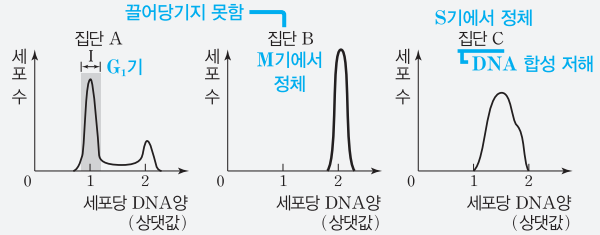
[실험 과정] (염색 분체의 분리에 관여)

(가) 어떤 동물의 체세포를 배양하여 집단 A~C로 나눈다.

(나) B에는 방추사 형성을 저해하는 물질을, C에는 DNA 합성을 저해하는 물질을 각각 처리하고, A~C를 동일한 조건에서 일정 시간 동안 배양한다.

(다) 세 집단의 세포를 동시에 고정한 후, 각 집단의 DNA양에 따른 세포 수를 측정한다.

[실험 결과] (방추사가 염색 분체를 양극으로 끌어당기지 못함)



이 실험 결과에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. 구간 Ⅰ의 세포에는 핵막이 있다.
→ 구간 Ⅰ에는 핵막이 있는 G_1기의 세포가 있음

ㄴ. B의 세포는 G_1기에서 S기로의 전환이 억제되었다.
→ B에는 G_2기와 M기의 세포가 있으므로 S기로의 전환이 억제되지 않음

ㄷ. C의 세포는 모두 M기에 있다.
→ C에는 DNA 합성이 저해되어 S기 과정에서 세포 주기가 멈춘 세포가 있음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 세포 수와 세포 주기의 소요 시간 사이의 관계를 이용하면 세포 주기에 어떤 변화가 생겼는가를 유추할 수 있다. G_1기에 머물러 있거나 DNA 복제 후 다시 분열이 일어나지 않는 등의 상황을 판단하는 근거가 될 수 있음을 이용할 수 있다.
- 세포당 DNA 상대량이 1인 세포가 G_1기에 해당하는 세포이고, 세포당 DNA 상대량이 2인 세포가 G_2기와 M기에 해당하는 세포이며, 그 사이의 세포는 DNA가 복제되는 S기에 해당하는 세포이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 구간 Ⅰ의 세포는 G_1기에 해당한다. 핵막이 사라지고 생성되는 과정은 모두 분열기에 일어나므로 간기 중 G_1기에 해당하는 구간 Ⅰ의 세포에는 핵막이 있다.

ㄴ. 집단 B에는 방추사 형성을 저해하는 물질을 처리하였다. 방추사는 염색 분체가 양극으로 나누어지도록 하므로 방추사 형성이 억제되면 복제되어 2배가 된 DNA가 반으로 나누어질 수 없게 된다.

ㄷ. 집단 C에 DNA 합성을 저해하는 물질을 처리하였기 때문에 이 세포들은 DNA 복제가 제대로 이루어지지 않는다. — 주의
C의 세포는 M기가 아니라 S기에 머물러 있으며, 이러한 사실은 그래프에서 DNA 상대량이 2인 세포가 나타나지 않는 것을 통해서도 알 수 있다.

M 세포 분열

내신 대비 필수 문제 문제편 159~162p

01 정답 ① * 체세포 분열 과정의 DNA양 변화

| 문제+자료 분석 |

- Ⅰ S기: DNA양이 2배로 증가하는 시기이다.
- Ⅱ 전기: 염색체가 응축되고 핵막과 인이 사라지며, 방추사가 형성되는 시기이다.
- Ⅲ G_1기: 간기에 속하며 간기에는 핵이 관찰되고, 염색체는 핵 속에 실처럼 풀어져 있다. G_1기는 세포 내 구성 물질을 합성하고 세포가 가장 많이 생장하는 시기이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 구간 Ⅰ에서 DNA양이 증가하고 있으므로 구간 Ⅰ은 S기이며, S기에서는 DNA가 복제된다.

ㄴ. 구간 Ⅱ는 체세포 분열 전기에 해당하므로 핵막이 사라져 핵이 관찰되지 않고 염색체가 응축되어 관찰된다.

ㄷ. Ⅲ은 G_1기이며, 간기에 속한다. 간기 중에는 염색체가 분열하지 않으므로 방추사가 나타나지 않는다. 방추사는 염색체를 양극으로 끌어당기며, 분열기에 나타난다.

02 정답 ③ * 체세포 분열 과정

| 문제+자료 분석 |

- **A**: 체세포 분열 결과 생긴 딸세포이다.
- **B**: 후기의 세포로, 하나의 염색체를 이루던 염색 분체가 분리된다.
- **C**: 중기의 세포로, 염색체가 세포 중앙에 배열된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A의 염색체는 핵 속에 실처럼 풀어져 있다. 염색체는 DNA와 히스톤 단백질로 구성되어 있으므로 A에는 히스톤 단백질이 있다.

ㄴ. B는 염색 분체가 양극으로 끌려가는 형태이므로 체세포 분열 후기의 세포이다.

ㄷ. C는 체세포 분열 중기의 세포이다. 체세포 분열 중기에서 두 염색 분체에 각각 방추사가 부착된 염색체가 세포 중앙에 배열되므로 이 시기에 접합한 상동 염색체(2가 염색체)는 관찰되지 않는다. 접합한 상동 염색체는 감수 분열(감수 1분열)시 관찰된다.

03 정답 ④ * 체세포 분열 ····· [정답률 65%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): Ⅰ은 DNA가 복제되는 S기에 해당한다. Ⅱ는 DNA가 복제된 후의 G_2기와 분열기(M기)에 해당하며, 분열기에서는 핵막이 소실되어 염색체가 관찰된다.
- (나): 염색체 세포 중앙에 일렬로 배열되어 있으므로 체세포 분열 중기의 세포이다.

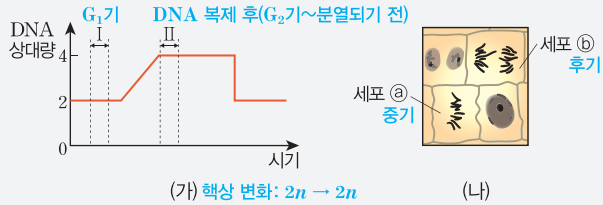
| 보기 분석 |

ㄱ. 핵막이 소실되는 시기는 분열기이다. 간기에 속하는 S기(구간 Ⅰ)에서 핵막이 사라지지 않고, 분열기에 핵막이 사라진다.

ㄴ. 동원체는 염색체에서 방추사가 붙은 부분으로 염색체(㉠)에 동원체가 있다.

ㄷ. (나)는 핵상이 $2n$이고, 염색체 수가 4인 체세포 분열 중기의 세포이다. (나)는 분열기(M기)에 관찰되므로 구간 Ⅱ에서 관찰된다.

04 정답 ② * 체세포 분열의 DNA양 변화



(가) 핵상 변화: $2n \rightarrow 2n$ (나)

| 문제+자료 분석 |

- (가): 구간 Ⅰ 시기는 DNA가 복제되기 전 시기이므로 G_1기에 해당하고, 구간 Ⅱ 시기는 DNA가 복제된 이후 시기이므로 G_2기 또는 분열기(M기)의 초기에 해당한다.
- (나): 세포 중 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있는 ⓐ는 중기에 해당하고, 염색 분체가 나누어져서 양극으로 끌려가는 ⓑ는 후기에 해당한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. P의 특정 형질에 대한 유전자형이 Rr라고 했으므로, DNA가 복제되기 전인 구간 Ⅰ 시기의 G_1기 세포의 유전자 R의 수는 1이다. DNA가 복제된 후 분열이 완료되기 전까지는 유전자의 수가 G_1기의 2배가 된다. 그러므로 체세포 분열 후기인 세포 ⓑ의 유전자 R의 수는 2이다.

ㄴ. 구간 Ⅱ 시기는 DNA가 복제된 이후 시기이므로 G_2기 또는 분열기(M기)의 초기이다. 따라서 핵상이 $2n$인 세포가 관찰된다. 체세포 분열의 경우 모든 세포들의 핵상은 $2n$이다.

ㄷ. 2가 염색체는 생식세포 분열 과정에서 관찰되므로 세포 ⓐ에서는 관찰될 수 없다.

05 정답 ㉠: 말기, ㉡: 중기

| 문제+자료 분석 |

- 체세포 분열 시기 중 방추사가 사라지고 세포질 분열이 시작되는 시기는 말기이며, 염색체가 분리되기 위해 세포 중앙에 배열되는 시기는 중기이다.

06 정답 ① * 체세포 분열 ····· [정답률 58%]

| 문제+자료 분석 |

- 세포 주기는 G_1기 → S기 → G_2기 → M기가 반복되므로 ㉠은 G_2기, ㉡은 G_1기이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 표는 체세포 Q를 배양하여 얻은 세포에 대한 핵상과 DNA 상대량 정보이다. 체세포 분열 결과 핵상은 변함없으므로 Ⅱ의 핵상은 $2n$이다.

ㄴ. ㉠은 G_2기, ㉡은 G_1기이다.

ㄷ. 방추사는 체세포 분열 전기에 형성되므로 방추사는 M기에 나타난다.

07 정답 ① * 생식세포 분열 과정

| 문제+자료 분석 |

- (가)는 감수 1분열 중기의 세포, (나)는 감수 1분열 결과 형성된 2개의 딸세포, (다)는 감수 2분열 결과 형성된 4개의 딸세포이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 감수 1분열 중기이므로 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체를 형성하고 있다.

ㄴ. (나)는 감수 1분열 결과 형성된 2개의 딸세포이다. 감수 1분열은 상동 염색체가 분리되는 분열이므로 (나)의 딸세포에는 상동 염색체 중 하나씩만 들어 있다. 따라서 (나)의 두 세포는 모두 핵상이 n이다.

ㄷ. 감수 2분열은 염색 분체가 분리되어 생식세포가 형성되므로 형성된 4개의 생식세포 중 2개씩은 서로 대립유전자 구성이 같다.

08 정답 ① * 감수 분열 ····· [정답률 60%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): DNA 상대량이 2번 반감되므로 감수 분열 과정이다.
- (나): 상동 염색체가 분리된 상태이고, 염색 분체가 분리되지 않았으므로 감수 1분열이 끝난 세포이며, 구간 Ⅱ에서 관찰된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (나)는 핵상이 n인 감수 1분열이 끝난 세포이다. 그러므로 이 동물의 체세포 염색체 수는 6개이다.

ㄴ. 상동 염색체 분리는 구간 Ⅰ에서 관찰된다.

ㄷ. (나)는 구간 Ⅱ에서 관찰된다.

09 정답 ① * 감수 분열 ····· [정답률 55%]

| 문제+자료 분석 |

- (가)와 (나)는 중기의 세포라고 하였으므로 (가)와 (나)는 각각 감수 1분열 중기와 감수 2분열 중기 중 하나이다. 또한 감수 1분열 후기에 상동 염색체가 분리되며, 염색 분체 수가 (나)가 (가)의 2배이므로 (가)는 감수 2분열 중기, (나)는 감수 1분열 중기의 세포이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 구간 ㉠은 S기로 핵막을 관찰할 수 있다.

ㄴ. 구간 ㉡의 세포 1개당 염색체 수는 4개이다.

ㄷ. 구간 ㉢에서는 염색체 수의 변화가 없다.

10 (1) 정답 ㉠: 4, ㉡: 2, ㉢: 1

| 문제+자료 분석 |

- ㉠은 간기의 S기를 거쳐 DNA가 복제된 후 응축된 염색체가 있으므로 DNA 상대량은 4이다. ㉡은 감수 1분열이 끝난 결과 생긴 딸세포이므로 DNA 상대량은 2이다. ㉢은 감수 2분열이 끝난 결과 생긴 딸세포이므로 DNA 상대량은 1이다.

(2) 핵심 키워드: **DNA 복제, 2회 분열, 수정**

모범 답안 모세포는 간기의 S기에 DNA 복제가 일어나 한 세포당 DNA양이 2배가 된 상태에서 2회 분열하여 염색체 수와 DNA양이 모세포($2n$)의 절반인 생식세포(n)가 만들어진다. 이 생식세포의 수정으로 DNA양과 염색체 수가 모세포와 동일한 자손($2n$)이 만들어 진다.

| 문제+자료 분석 |

- 감수 1분열과 2분열 결과 생식세포는 모세포의 절반(n)인 DNA양과 염색체 수를 가진다. 이 생식세포의 수정에 의해 $2n$의 염색체를 가진 자손이 만들어지므로 세대가 거듭되어도 핵 1개당 염색체 수와 DNA양은 일정하게 유지된다.

＊채점 기준

생식세포의 형성과 수정에 의한 DNA양과 염색체 수 변화를 옳게 설명한 경우	100 %
생식세포의 형성 과정에서의 DNA양과 염색체 수만 옳게 설명한 경우	50 %

11 정답 ① * 감수 분열 ····· [정답률 57%]

| 문제+자료 분석 |

- A: 간기의 S기를 거쳐 DNA가 복제된 이후 응축된 염색체이므로 하나의 염색체에 두 개의 염색 분체가 결합되어 있다. 상동 염색체 쌍이 존재하므로 핵상은 $2n$이다.
- B: 감수 1분열 과정에서 상동 염색체의 분리가 일어나 형성된 세포이다. 상동 염색체 쌍 중 하나의 염색체만 있으므로 핵상은 n이다. 또한 염색 분체의 분리가 일어나기 전이므로 하나의 염색체에 두 개의 염색 분체가 결합되어 있다. 따라서 B는 ㉡이다.
- D: 감수 2분열 과정에서 염색 분체의 분리가 일어나므로 결합되어 있던 두 개의 염색 분체 중 하나만 있어야 한다. 또한 B로부터 분열되었으므로 B와 동일한 염색체가 있어야 한다. 따라서 D는 ㉠이고, 핵상은 n이다.
- C: 세포 A에 있는 염색체 중 세포 B에 있는 염색체를 제외한 나머지 염색체가 있어야 하며, 감수 2분열을 마친 세포이므로 결합되어 있던 두 염색 분체 중 하나만 있어야 한다. 따라서 C는 ㉢이고, 핵상은 n이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 세포 A에는 상동 염색체 쌍이 존재하므로 핵상이 $2n$이다.

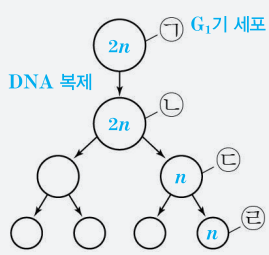
ㄴ. 세포 B는 감수 1분열을 마친 세포이고 세포 ㉢(C)은 감수 2분열을 마친 세포이다. 따라서 B와 ㉢(C)의 세포 1개당 DNA양은 서로 다르다.

ㄷ. B는 ㉡, C는 ㉢, D는 ㉠이다.

문제 풀이 Tip

상동 염색체가 존재하는 세포의 핵상은 $2n$이다.

12 정답 ③ * 생식세포 분열 ····· [정답률 55%]



세포	DNA 상대량	핵상
ⓐ ⓔ	1	? n
ⓑ ㉢	? 2	n
ⓒ ㉠	? 2	? $2n$
ⓓ ㉡	4	? $2n$

| 문제+자료 분석 |

- ㉠의 감수 분열 결과 생식세포 ⓔ이 형성되며, ㉠의 DNA 상대량은 ⓔ의 2배이다. ㉠이 ㉡이 될 때 DNA 복제가 일어나므로 ㉡의 DNA 상대량은 ㉠의 2배이며, ⓔ의 4배이다. 따라서 ⓓ의 DNA 상대량이 ⓐ의 4배이므로 ⓓ는 ㉡, ⓐ는 ⓔ이다.
- ㉠과 ㉡의 핵상은 $2n$, ㉢과 ⓔ의 핵상은 n이다. ⓑ의 핵상이 n이므로 ⓑ는 ㉢에 해당하며, 나머지 ⓒ는 ㉠이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ⓐ는 분열이 끝난 후의 생식세포로 ⓔ에 해당한다.

ㄴ. ⓒ(㉠)와 ㉡의 핵상은 $2n$으로 같다.

ㄷ. ⓑ(㉢)와 ⓔ의 염색체 수는 같으나 DNA 상대량은 ⓔ이 ⓑ(㉢)의 절반이므로 $\frac{\text{염색체 수}}{\text{DNA 상대량}}$는 같지 않다.

13 정답 ③ * 체세포 분열과 생식세포 분열 비교

| 문제+자료 분석 |

- (가): 2가 염색체가 관찰되므로 감수 1분열 중기의 세포이다.
- (나): 염색체가 세포 중앙에 배열된 체세포 분열 중기의 세포이다.

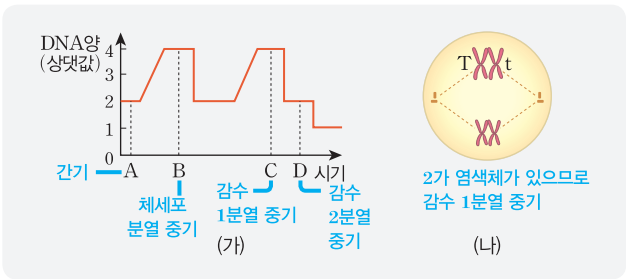
| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 상동 염색체가 접합한 형태인 2가 염색체가 중앙에 배열되어 있으므로 감수 1분열 중기의 세포이다.

ㄴ. (가)와 (나)는 모두 염색 분체 2개로 이루어진 염색체가 4개 있는 세포이므로 세포 1개당 DNA양은 서로 같다.

ㄷ. (가)와 (나)에는 상동 염색체가 모두 존재하므로 (가)와 (나)의 핵상은 $2n$으로 같다.

14 정답 ③ * 체세포 분열과 생식세포 분열



| 문제+자료 분석 |

- (가): A는 간기의 G_1기이고, B는 체세포 분열 중기이다. C는 감수 1분열 중기이고, D는 감수 2분열 중기이다.
- (나): 상동 염색체가 접합한 2가 염색체 상태로 중앙에 배열되어 있으므로 감수 1분열 중기의 세포이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (나)는 상동 염색체가 접합한 상태로 중앙에 배열되어 있으므로 감수 1분열 중기의 세포이다. (가)에서 C가 감수 1분열 중기이다.

ㄴ. A 시기는 복제되기 전인 간기의 G_1기이므로 세포 1개당 T의 수는 A에서 1이다. 감수 1분열이 끝난 상태의 딸세포에는 세포 1개당 T의 수가 2이거나 0이다. 따라서 세포 1개당 T의 수는 A에서와 D에서가 다르다.

ㄷ. 세포 1개당 염색 분체 수는 B에서가 D에서의 2배이고, 세포 1개당 DNA양도 B에서가 D에서의 2배이다. 따라서 세포 1개당 $\frac{\text{염색 분체 수}}{\text{DNA 양}}$는 B와 D에서가 같다.

15 정답 ③ * 체세포 분열과 감수 분열 ····· [정답률 49%]

| 문제+자료 분석 |

- (가) 체세포 분열: DNA 복제 후 1회의 핵분열이 일어나므로 모세포와 딸세포의 핵 1개당 DNA 상대량은 동일하다. 또한 핵분열 과정에서 염색 분체의 분리가 일어나므로 모세포와 딸세포의 핵상도 $2n$으로 동일하다.
- (나) 감수 분열: DNA 복제 후 2회의 핵분열이 연속으로 일어나므로 핵 1개당 DNA 상대량은 생식세포가 모세포의 $\frac{1}{2}$배이다. 또한 감수 1분열 과정에서 상동 염색체의 분리가 일어나므로 감수 1분열이 완료된 세포와 생식세포의 핵상은 n이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. Ⅰ 시기는 간기의 S기에 해당하므로 DNA의 복제가 일어나는 시기이다.

ㄴ. Ⅱ 시기는 체세포 분열의 핵분열 과정에 해당하는 시기이므로 염색 분체의 분리가 일어난다.

ㄷ. Ⅲ 시기는 감수 1분열이 완료된 시기이고, Ⅳ 시기는 감수 2분열이 완료된 시기이므로 Ⅲ 시기 세포와 Ⅳ 시기 세포의 핵상은 모두 n이다.

16 (1) 정답 (가), (다)

| 문제+자료 분석 |

- (가)는 핵상이 $2n$이며 상동 염색체가 접합한 2가 염색체가 관찰되므로 감수 1분열 중기 세포, (나)는 체세포 분열 중기의 세포, (다)는 핵상이 n인 감수 2분열 중기 세포이다.

(2) 핵심 키워드: **염색 분체, 유전자 구성, 딸세포**

모범 답안 (나)와 (다), 염색 분체가 분리되는 분열이므로 분열 결과 유전자 구성이 같은 딸세포가 형성된다.

＊채점 기준

(나)와 (다)를 쓰고, 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
(나)와 (다)만 쓴 경우	30 %

17 정답 ④ * 생식세포의 유전적 다양성

| 문제+자료 분석 |

- $2n$의 염색체를 가진 생물에서 이론적으로 생길 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 2^n가지이다.
- $2n$의 염색체를 가진 암수 생식세포의 조합으로 생길 수 있는 자손의 염색체 조합은 $2^n \times 2^n$가지이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 체세포 핵에 포함되어 있는 16개의 염색체 중 2개는 성염색체이고 14개는 상염색체이다.

ㄴ. 상동 염색체 2개 중 하나씩 무작위적으로 생식세포 속으로 들어가 총 8개의 염색체가 조합을 이루므로 A 중 암컷에서 형성될 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 2^n, 즉 2^8개이다.

ㄷ. 암컷과 수컷의 임의의 생식세포가 수정되어 수정란이 되므로 수정란의 염색체 조합은 $2^n \times 2^n = 2^{2n}$, 즉 2^{16}개이다.

내신 1등급 문제 문제편 163p

18 정답 ② * 체세포 분열과 생식세포 분열의 염색체 구성

| 문제+자료 분석 |

- (나)에서 Ⅰ의 성염색체는 XY이므로 Ⅰ은 수컷이다.
- (나), (다), (라)는 염색체가 복제된 상태로, 염색 분체가 분리되지 않은 상태이지만 (가)는 염색 분체가 분리된 상태이다. 따라서 (가)는 DNA 상대량이 1이거나 0이며, (나), (다), (라)는 DNA 상대량이 1이 될 수 없다. D가 갖는 t의 DNA 상대량이 1이므로 D는 (가)이다.
- (가)는 t, (마)는 T를 가지므로 (라)는 T와 t를 모두 가진다. 따라서 A는 (라)이다.
- (나)로부터 (가), (다), (라)가 분열되어 형성된 것이므로 (가), (다), (라)가 가지는 유전자는 (나)는 모두 가지고 있다.
- B가 t를 가지고 C가 t를 가지지 않으므로 B는 (나), C는 (다)이다. (나)에서 1개의 염색체는 2개의 염색 분체로 구성되어 있고, (나)에는 T가 없고 t가 2개 있으므로 t는 X 염색체에 존재한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. B는 (나)이다.

ㄴ. (라)에서 1개의 염색체가 2개의 염색 분체로 구성되어 있으므로 ㉠과 ㉡은 각각 2이다. (다)에는 T가 없으므로 ㉢은 0이다.

ㄷ. 세포 1개당 염색체 수는 A(라)가 6, D(가)가 3이며, 세포 1개당 t의 DNA 상대량은 A(라)가 2, D(가)가 1이다. 따라서 세포 1개당 $\frac{\text{염색체 수}}{\text{t의 DNA 상대량}}$는 A와 D가 같다.

19 정답 (1) Ⅰ=㉢, Ⅱ=㉠, Ⅲ=㉡, Ⅳ=㉣ (2) 5

| 문제+자료 분석 |

1st (가)와 (나)의 분열 과정 파악하기

- 체세포 분열의 염색체 수는 모세포와 딸세포가 서로 같고, 감수 분열의 염색체 수는 딸세포가 모세포의 절반이다.
- 따라서 Ⅳ의 염색체 수가 Ⅱ의 염색체 수보다 많다고 하였으므로 (가)는 생식세포 분열, (나)는 체세포 분열 과정이다.

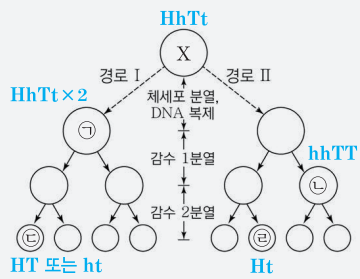
2nd 세포 Ⅲ 매칭하기

- 체세포 분열 중기의 세포인 Ⅲ은 DNA가 복제된 상태이다. 따라서 A와 B의 DNA 상대량이 모두 2이므로 Ⅲ은 ㉡에 해당하며, ⓐ는 2이다.
- Ⅳ는 Ⅲ에서 염색 분체가 분리되어 형성된 딸세포로, A와 B의 DNA 상대량이 모두 1이므로 ㉠과 ㉣ 중 하나이다.

3rd 세포 Ⅰ, Ⅱ, Ⅳ 매칭하기

- Ⅰ은 감수 1분열 중기 또는 감수 2분열 중기의 세포일 것이다. 만약 Ⅰ이 감수 1분열 중기의 세포라면 A와 B의 DNA 상대량이 모두 2가 되어야 하는데 이를 만족하는 세포는 없으므로 Ⅰ은 감수 2분열 중기의 세포이다.
- 감수 2분열 중기의 세포는 아직 염색 분체가 분리되지 않은 세포이므로 DNA 상대량이 0 또는 2가 되어야 한다. 이에 해당하는 세포는 ㉢이 가능하다.
- Ⅱ는 Ⅰ으로부터 분리된 딸세포이므로 Ⅱ가 가진 유전자를 Ⅰ도 가지고 있어야 하며, Ⅰ이 가지지 않는 유전자를 Ⅱ가 가질 수 없다. Ⅰ(㉢)에서 B의 DNA 상대량은 0이므로 Ⅱ도 B의 DNA 상대량이 0(ⓐ)이 되어야 한다. 이에 해당하는 세포는 ㉠이며, ⓐ는 0이다.
- Ⅱ(㉠)의 세포는 A의 DNA 상대량이 1이므로 Ⅰ(㉢)의 DNA 상대량은 2(ⓒ)가 된다.
- 나머지 Ⅳ는 ㉡이며, ⓑ는 1이다.

20 정답 ④ * 감수 분열 [정답률 31%]



세포	DNA 상대량 (H+t)
㉠	ⓐ 4
㉡	0
㉢	1
㉣	ⓑ 2

| 문제+자료 분석 |

- 세포 ㉠의 핵상은 $2n$, ㉡~㉣의 핵상은 n이다.
- ㉠은 DNA가 복제된 세포이므로 H, h, T, t의 DNA 상대량은 모두 2이다. 따라서 H와 t의 DNA 상대량을 더한 값은 4이므로 ⓐ는 4이다.
- ㉡에서 H와 t의 DNA 상대량을 더한 값이 0이므로 H와 t가 없고 h와 T를 가지는 염색체가 있다는 것을 알 수 있다.
- ㉡이 형성될 때 H와 t를 가지는 염색체는 다른 딸세포(㉣의 모세포)로 들어갔으므로 ㉣은 H와 t를 가져 H와 t의 DNA 상대량을 더한 값은 2가 된다. 따라서 ⓑ는 2이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ⓐ=4, ⓑ=2이므로 ⓐ+ⓑ=6이다.

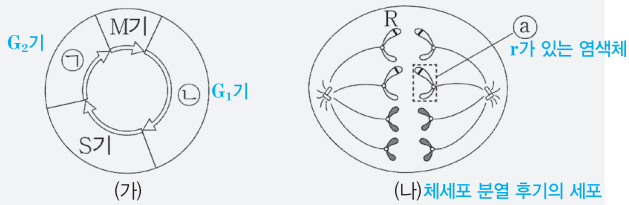
ㄴ. ㉢의 H와 t의 DNA 상대량을 더한 값은 1이므로 ㉢은 H와 T를 갖거나 h와 t를 갖는다. 따라서 ㉠에서 H와 t는 다른 염색체에 있다.

ㄷ. ㉡은 감수 2분열 중기의 세포이므로 핵상이 n이고, ㉢은 감수 2분열을 완료한 딸세포이므로 핵상이 n이다. 따라서 ㉡과 ㉢의 핵상은 같다.

수능 대비 기출 문제 문제편 165~166p

01 정답 ① * 세포 주기 [정답률 72%]

그림 (가)는 어떤 동물($2n=4$)의 세포 주기를, (나)는 이 동물의 분열 중인 세포를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 G_1기와 G_2기 중 하나이며, 이 동물의 특정 형질에 대한 유전자형은 Rr이다.



(가) (나) 체세포 분열 후기의 세포

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

[보기]

ㄱ. ㉠은 G_2기이다. → ㉠은 G_2기

ㄴ. (나)가 관찰되는 시기는 S기이다. → (나)는 M기 때 관찰됨

ㄷ. 염색체 ⓐ에 R가 있다. → ⓐ에는 R가 없고, r가 있음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): 세포 주기는 G_1기 → S기 → G_2기 → M기가 반복되므로 ㉠은 G_2기, ㉡은 G_1기이다.
- (나): 염색 분체가 분리되고 있는 체세포 분열 후기의 세포이며, 대립유전자는 상동 염색체 쌍의 서로 다른 염색체에 존재한다.

| 보기 분석 |

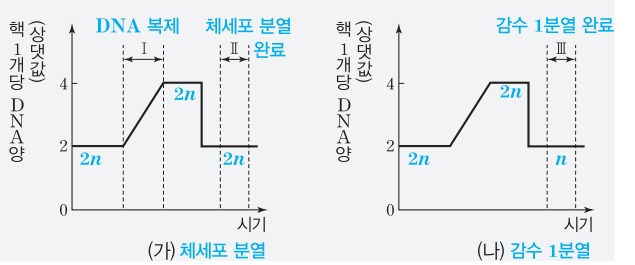
ㄱ. ㉠은 G_2기, ㉡은 G_1기이다.

ㄴ. (나)의 핵상은 $2n$이고, 염색 분체가 분리되므로 (나)는 체세포 분열 후기의 세포이다. 따라서 (나)는 분열기(M기) 때 관찰된다. ㉡은 G_1기로 염색체가 관찰되지 않는다.

ㄷ. 대립유전자는 상동 염색체 쌍에 존재한다. 이 동물의 특정 형질에 대한 유전자형은 Rr이고, R는 (나)의 흰색 염색체에 존재하므로 R의 상동 염색체인 ⓐ에는 r가 존재한다.

02 정답 ③ * 세포 분열과 DNA 상대량 [정답률 72%]

그림 (가)는 핵상이 $2n$인 식물 P의 체세포 분열 과정($2n \rightarrow 2n$)에서 핵 1개당 DNA양을, (나)는 P의 감수 분열 과정($2n \rightarrow n$) 일부에서 핵 1개당 DNA양을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

[보기]

ㄱ. 체세포 분열 과정에서 염색 분체가 분리된다.
→ 체세포 분열 과정에서는 염색 분체가 분리

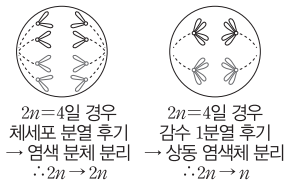
ㄴ. Ⅰ 시기에 DNA가 복제된다. → Ⅰ은 DNA가 복제되는 S기

ㄷ. Ⅱ 시기 세포와 Ⅲ 시기 세포의 핵상은 서로 같다.
→ Ⅱ 시기는 $2n$, Ⅲ 시기는 n이므로 핵상이 서로 다름

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가)는 체세포 분열 과정이므로 Ⅰ에서 DNA가 복제된 후 염색 분체가 분리되어 다시 원래의 DNA양이 된다.
- (나)는 감수 1분열 과정의 일부이며, 감수 1분열이 일어나면 상동 염색체가 분리되어 각각의 딸세포로 나누어져 들어가므로 핵상이 n으로 줄어든다.



$2n=4$일 경우 체세포 분열 후기 → 염색 분체 분리 ∴ $2n \rightarrow 2n$

$2n=4$일 경우 감수 1분열 후기 → 상동 염색체 분리 ∴ $2n \rightarrow n$

| 보기 분석 |

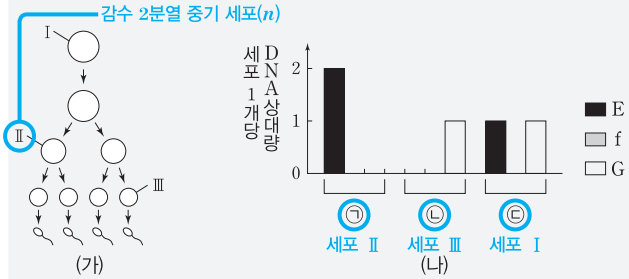
ㄱ. 체세포 분열 과정에서는 복제되었던 염색 분체가 분리되어 각각의 딸세포로 들어간다.

ㄴ. Ⅰ 시기에 DNA 상대량이 2에서 4로 증가하고 있다. DNA의 증가가 일어나기 위해서는 복제가 이루어져야 한다. 따라서 Ⅰ 시기에 DNA 복제가 이루어졌다고 판단할 수 있다.

ㄷ. Ⅱ 시기의 세포는 체세포 분열 결과 형성된 딸세포이고, Ⅲ 시기의 세포는 감수 1분열 결과 형성된 딸세포이다. Ⅱ 시기의 세포는 상동 염색체가 함께 있으므로 $2n$이고, Ⅲ 시기의 세포는 상동 염색체가 분리된 이후이므로 n이다.

03 정답 ① * 감수 분열 ····· [정답률 56%]

사람의 유전 형질 ⓐ는 3쌍의 대립유전자 E와 e, F와 f, G와 g에 의해 결정되며, ⓐ를 결정하는 유전자는 서로 다른 3개의 상염색체에 존재한다. 그림 (가)는 어떤 사람의 G_1기 세포 Ⅰ로부터 정자가 형성되는 과정을, (나)는 이 사람의 세포 ㉠~㉢이 갖는 대립유전자 E, f, G의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 Ⅰ~Ⅲ을 순서 없이 나타낸 것이고, Ⅱ는 중기의 세포이다. 감수 분열 시 핵상 변화는 $2n \rightarrow n$



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, E, e, F, f, G, g 각각의 1개당 DNA 상대량은 같다.) (3점)

[보기]

ㄱ. Ⅰ에서 세포 1개당 $\frac{\text{E의 DNA 상대량}+\text{G의 DNA 상대량}}{\text{F의 DNA 상대량}}$은 1이다.
→ $\frac{1+1}{2}=1$이다.

ㄴ. Ⅱ의 염색 분체 수는 23이다. → Ⅱ의 염색 분체 수는 46

ㄷ. Ⅲ은 ㉡이다. → Ⅲ은 ㉡임

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- Ⅱ는 감수 2분열 중기의 세포이다. 감수 2분열 중기의 세포는 핵상이 n이고, 이 세포의 염색체는 염색 분체가 분리되기 전이므로 Ⅱ에 있는 대립유전자의 DNA 상대량은 0 혹은 2의 배수를 갖는다. 그러므로 ㉠은 Ⅱ이다.
- Ⅱ에 E가 있으므로 Ⅱ의 모세포인 Ⅰ도 E를 갖는다. Ⅰ은 Ⅲ보다 더 많은 유전자를 가지므로 ㉢은 Ⅰ, ㉡은 Ⅲ이다.

| 보기 분석 |

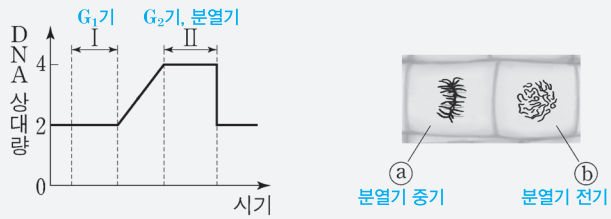
ㄱ. Ⅱ의 유전자형은 EEFFgg, Ⅲ의 유전자형은 eFG이므로 Ⅰ의 유전자형은 EeFFGg이다. 그러므로 Ⅰ에서 세포 1개당 $\frac{\text{E의 DNA 상대량}+\text{G의 DNA 상대량}}{\text{F의 DNA 상대량}}=\frac{1+1}{2}=1$이다.

ㄴ. Ⅱ는 감수 2분열 중기의 세포로 염색체 수는 23, 염색 분체 수는 46이다.

ㄷ. Ⅲ은 ㉡이고, Ⅰ은 ㉢이다.

04 정답 ① * 체세포 분열 ····· [정답률 67%]

그림 (가)는 식물 P($2n$)의 체세포가 분열하는 동안 핵 1개당 DNA양을, (나)는 P의 체세포 분열 과정에서 관찰되는 세포 ⓐ와 ⓑ를 나타낸 것이다. ⓐ와 ⓑ는 분열기의 전기 세포와 중기 세포를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. Ⅰ과 Ⅱ 시기의 세포에는 모두 뉴클레오솜이 있다.
→ 뉴클레오솜은 Ⅰ과 Ⅱ 시기를 포함한 모든 시기에 존재

ㄴ. ⓐ에서 상동 염색체의 접합이 일어났다.
→ ⓐ는 체세포 분열 중이므로 상동 염색체가 접합하지 않음

ㄷ. ⓑ는 Ⅰ 시기에 관찰된다.
→ ⓑ는 분열기 전기로 Ⅱ 시기에 관찰됨

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- Ⅰ : DNA가 복제되기 전의 G_1기로 세포의 핵 안에 염색사 형태로 유전물질이 존재한다.
- Ⅱ : DNA가 복제된 후의 G_2기와 분열기(M기)로 분열기에서는 핵막이 소실되어 염색체가 관찰된다.
- ⓐ: 분열기 중기의 세포로 염색체가 세포의 중앙에 일렬로 배열되어 있다.
- ⓑ: 분열기 전기의 세포로 핵막이 사라지고 염색체가 흩어져 있는 모습이 관찰된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 뉴클레오솜은 히스톤 단백질에 DNA가 감싸고 있는 형태로 염색사와 염색체 모두에 존재한다. Ⅰ은 G_1기로 해당 시기의 세포에는 염색사가 관찰되며, Ⅱ는 G_2기와 분열기(M기)로 분열기의 세포에는 염색체가 관찰된다. Ⅰ과 Ⅱ의 세포에는 모두 뉴클레오솜이 있다.

ㄴ. ⓐ는 체세포 분열 중 분열기 중기의 세포이다. 상동 염색체가 접합하는 것은 생식세포 분열에서 관찰되는 현상으로 체세포 분열 중에는 상동 염색체의 접합이 일어나지 않는다.

ㄷ. ⓑ는 체세포 분열 중 분열기 전기의 세포로 DNA 복제가 끝난 이후인 Ⅱ 시기에 관찰된다.

05 정답 ⑤ * 감수 분열 ····· [정답률 68%]

표는 유전자형이 Tt인 어떤 사람의 세포 P가 생식세포로 되는 과정에서 관찰되는 서로 다른 시기의 세포 ㉠~㉢의 염색체 수와 t의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. T와 t는 서로 대립유전자이다.

	세포	염색체 수	t의 DNA 상대량
감수 2분열 중기	㉠	23 ?	2 tt
감수 2분열 완료	㉡	23	1 t
감수 1분열 중기	㉢	46	2 TTtt

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, ㉠과 ㉢은 중기의 세포이다. T, t 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.) (3점)

[보기]

ㄱ. ㉠의 염색체 수는 23이다.
→ 핵상이 n인 세포 ㉠의 염색체 수는 23

ㄴ. ㉢에서 T의 DNA 상대량은 2이다.
→ 감수 1분열 중기 세포 ㉢의 유전자형은 TTtt

ㄷ. ㉠이 ㉡으로 되는 과정에서 염색 분체가 분리된다.
→ ㉠이 ㉡으로 되는 감수 2분열 과정에서 염색 분체가 분리됨

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- ㉢의 염색체 수가 46이므로 ㉢은 감수 1분열 중기의 세포($2n=46$, TTtt)이다. 또 다른 중기의 세포 ㉠은 감수 2분열 중기의 세포($n=23$, tt)이며, ㉠의 염색체 수는 23이다.
- 세포 ㉡은 염색체 수가 23이고 t의 DNA 상대량이 1이므로 감수 2분열이 완료된 세포($n=23$, t)이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠에서 t의 DNA 상대량은 2이지만, 핵상과 염색체 수가 $2n=46$은 아니므로 ㉠은 핵상과 염색체 수가 $n=23$인 감수 2분열 중기의 세포이다.

ㄴ. ㉢에서 t의 DNA 상대량이 2이고, 핵상과 염색체 수가 $2n=46$이므로 ㉢은 DNA 복제가 일어난 후의 감수 1분열 중기 세포이다. ㉢의 유전자형이 TTtt이므로 T의 DNA 상대량은 2이다.

ㄷ. 유전자형이 tt인 ㉠(감수 2분열 중기 세포)으로부터 유전자형이 t인 ㉡으로 감수 2분열이 진행되는 과정에서 염색 분체의 분리가 일어난다.

* 감수 분열 과정

감수 1분열	상동 염색체가 나누어져서 염색체 수와 DNA 상대량이 모두 반으로 줄어든다. ➡ 염색체 수 $2n \rightarrow n$, DNA 상대량 $4 \rightarrow 2$
감수 2분열	염색 분체가 나누어지므로 염색체 수는 변함 없고 DNA 상대량만 반으로 줄어든다. ➡ 염색체 수 $n \rightarrow n$, DNA 상대량 $2 \rightarrow 1$

06 정답 ① * 감수 분열 ····· [정답률 49%]

사람의 유전 형질 ㉠은 서로 다른 상염색체에 있는 3쌍의 대립유전자 E와 e, F와 f, G와 g에 의해 결정된다. 표는 어떤 사람의 세포 Ⅰ~Ⅲ에서 E, f, g의 유무와, F와 G의 DNA 상대량을 더한 값(F+G)을 나타낸 것이다. → 이 사람의 유전자형은 EeffGg

Ⅱ는 g를 갖지만 Ⅰ, Ⅲ은 g가 없음 → Ⅰ, Ⅲ은 n

세포	대립유전자			F+G
	E	f	g	
Ⅰ $=n$	×	○	⊗	2
Ⅱ $=2n$	○	○	○	1 → F 또는 G를 가짐
Ⅲ $=n$	○	○	⊗	1

(○ : 있음, × : 없음) → $2n$으로 확정

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, E, e, F, f, G, g 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.) (3점)

[보기]

ㄱ. 이 사람의 ㉠에 대한 유전자형은 EeffGg이다.
→ 이 사람의 ㉠에 대한 유전자형은 EeffGg임

ㄴ. Ⅰ에서 e의 DNA 상대량은 1이다.
→ Ⅰ에서 e의 DNA 상대량은 2

ㄷ. Ⅱ와 Ⅲ의 핵상은 같다.
→ Ⅱ의 핵상은 $2n$이고 Ⅲ의 핵상은 n으로 서로 다름

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- Ⅰ : Ⅰ은 E와 g를 갖지 않으므로 e, f, G를 가지는 핵상이 n인 세포이다. F가 없는데 F+G의 DNA 상대량이 2이므로, G의 DNA 상대량이 2이다.
- Ⅱ : E, f, g를 갖는 Ⅱ에서 F+G가 1이므로 Ⅱ는 F와 f를 모두 가지거나 G와 g를 모두 가지므로 Ⅱ의 핵상은 $2n$이다.
- Ⅲ : Ⅲ은 g를 갖지 않으므로 E, f, G를 갖는 핵상이 n인 세포이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 대립유전자가 상염색체에 존재하며, 특정 대립유전자가 있는 세포와 없는 세포가 모두 존재할 경우 그 대립유전자 쌍은 핵상이 $2n$일 때 유전자형이 이형 접합성이다. 꿀팁
세포 Ⅰ은 E와 g가 없지만 세포 Ⅱ는 E와 g가 있으므로 이 사람의 유전자형은 EeGg로 이형 접합성이다. 또한 핵상이 $2n$인 Ⅱ는 F+G가 1이므로 이 사람은 F가 없고, 유전자형이 ff이다. 정리하면 이 사람의 유전자형은 EeffGg이다.

ㄴ. Ⅰ은 E와 g를 갖지 않으므로 핵상이 n이다. 따라서 e, f, G를 가지는데 F+G가 2인 것으로 보아 G의 DNA 상대량이 2이며 Ⅰ은 감수 1분열은 마쳤으나 아직 염색 분체가 분리되지 않은 감수 2분열 전기 · 중기의 세포이다. 따라서 e의 DNA 상대량 또한 2이다.

ㄷ. Ⅱ는 F와 f를 모두 가지거나 G와 g를 모두 가지므로 Ⅱ의 핵상은 $2n$이다. Ⅲ은 g를 갖지 않으므로 E, f, G를 갖는 핵상이 n인 세포이다. 따라서 Ⅱ와 Ⅲ의 핵상은 서로 다르다.

문제 풀이 Tip

1. 핵상이 $2n$인 세포는 상동 염색체를 가지므로 대립유전자를 가진다.
2. $2n$ 세포가 가지는 유전자의 일부를 갖지 않는 세포는 n이다.
3. 핵상이 n인 세포는 대립유전자 중 하나의 유전자를 가진다.

N 사람의 유전

내신 대비 필수 문제 문제편 174~178p

01 정답 ⑤ * 유전의 기본 용어

| 문제+자료 분석 |

- **형질**: 생물이 지닌 여러 가지 특성이다.
- **표현형**: 겉으로 드러나는 형질이다.
- **이형 접합성**: 한 형질에 대한 대립유전자의 구성이 다른 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 형질을 나타내는 유전자의 조합을 유전자형이라고 한다.
ㄴ. 한 형질에 대한 대립유전자의 구성이 같은 것을 동형 접합성이라고 한다.
ㄷ. 유전자형이 이형 접합성일 때 겉으로 표현되는 형질이 우성이다.

02 정답 ④ * 사람의 유전 연구

| 문제+자료 분석 |

- 사람의 유전 연구는 한 세대가 길고, 자손의 수가 적으며, 임의 교배가 불가능하기 때문에 어려운 것이 특징이다.
- 사람의 유전 연구 방법에는 가계도 조사, 쌍둥이 연구, 집단 조사 등이 있다.

| 선택지 분석 |

① 사람은 한 세대가 길어 유전자의 발현을 관찰하는 것이 어렵다.
② 사람은 자손의 수가 적으므로 표본의 수가 부족해 충분히 신뢰할 만한 통계 결과를 얻기 어렵다.
③ 하나의 형질 발현에 여러 유전자가 관여할 수 있다.
④ 사람의 형질 중 몸무게, 피부색 등의 형질의 발현에는 유전적 요인뿐만 아니라 환경적 요인도 영향을 미치므로 유전의 영향을 분간하기 어렵다.
⑤ 무작위로 교배할 수 없으므로 특정 형질에 대한 유전 현상을 실험을 통해 연구할 수 없다.

03 정답 (가): 집단 조사, (나): 가계도 분석

| 문제+자료 분석 |

- 사람의 유전 연구 방법에는 가계도 조사, 쌍둥이 연구, 집단 조사, 염색체 및 유전자 연구 등이 있다.

04 정답 ③ * 단일 인자 유전

표는 유전 형질 (가)와 (나)의 공통점과 차이점을 나타낸 것이다.

공통점	• 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되며 우열 관계는 분명하다. (가)와 (나)는 단일 인자 유전
차이점	• (가)는 대립 유전자 A와 a에 의해 결정되며, A는 a에 대해 우성이다. 우열 관계는 A>a • (나)는 대립 유전자 P, Q, R에 의해 결정되며, PQ와 PR의 표현형은 같고, Q는 R에 대해 우성이다. 우열: P>Q>R

| 문제+자료 분석 |

- (가)와 (나)는 한 쌍의 대립유전자에 의해 형질이 결정되는 단일 인자 유전이다.
- (나)는 하나의 형질을 결정하는 데 3가지 이상의 대립유전자가 관여하는 복대립 유전이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)와 (나)는 각각 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되므로 모두 단일 인자 유전에 해당한다.
ㄴ. (가)에 대한 유전자형의 종류는 AA, Aa, aa 3가지이며, A가 a에 대해 우성이므로 표현형의 종류는 2가지이다.
ㄷ. 유전 형질 (나)에 대한 대립유전자의 유전자형은 PP, PQ, PR, QQ, QR, RR의 6가지이다. PQ와 PR의 표현형이 같다는 것은 P가 Q와 R보다 우성이라는 것을 뜻하고, Q가 R에 대해 우성이므로 세 대립유전자의 우열 관계는 P>Q>R이다. 따라서 (나)에 대한 표현형의 종류는 3가지 (PP=PQ=PR, QQ=QR, RR)이다.

05 정답 ① * 가계도 분석

| 문제+자료 분석 |

- 대립유전자 A를 2개 가지는 구성원 1은 정상이며, 대립유전자 A를 1개 가지는 구성원 2는 유전병이다.
- X 염색체 상에 대립유전자가 존재한다면 구성원 1과 구성원 2의 표현형이 같아야 하므로 대립유전자 A는 상염색체에 존재한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 구성원 2에서 대립유전자 A*이 하나만 있어도 유전병이 발현되므로 이 유전병은 우성 형질이다.
ㄴ. 구성원 1은 대립유전자 A를 2개 가질 때 정상이고, 구성원 2는 대립유전자 A를 1개 가질 때 유전병이므로 대립유전자 A가 A*에 대해 열성이다.
ㄷ. X 염색체에 대립유전자 A가 존재한다면 구성원 1과 구성원 2의 표현형이 같아야 하지만 가계도에서 구성원 1과 구성원 2의 표현형이 다르므로 대립유전자 A는 상염색체에 존재한다.

06 정답 ② * 유전병과 ABO식 혈액형 가계도 분석

| 문제+자료 분석 |

- 유전병과 ABO식 혈액형에 대한 가계도를 따로 분석한다.
- 정상인 부모 사이에서 유전병인 자녀 1이 태어났으므로 유전병은 열성 형질이고 유전병인 딸의 아버지가 정상이므로 상염색체에 의한 유전이다.
- ABO식 혈액형에 대해 1, 2, 3의 표현형이 다르므로 1과 2는 각각 A형과 B형 중 하나이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 정상인 부모 사이에서 유전병인 자녀 1이 태어났으므로 유전병은 열성 형질이고, 유전병인 딸의 아버지가 정상이므로 상염색체에 의한 유전이다.
ㄴ. 3의 ABO식 혈액형에 대한 대립유전자 중 하나는 1로부터 왔으며, 1의 아버지가 대립유전자 i를 가지지 않으므로 1은 어머니로부터 대립유전자 i를 물려받았다.
ㄷ. 3의 동생이 태어날 때, 유전병이 나타나지 않을 확률은 2로부터 정상 대립유전자를 물려받을 확률인 $\frac{1}{2}$, O형으로 태어날 확률은 1과 2로부터 각각 대립유전자 i를 물려받을 확률인 $\frac{1}{4}$이다.

따라서 구하는 확률은 $\frac{1}{2}\times\frac{1}{4}=\frac{1}{8}$이다.

07 정답 ③ * 복대립 유전

| 문제+자료 분석 |

- 형질 (가)와 (나)는 성별에 관계 없이 유전되므로 상염색체 유전이다.
- 형질 (나)를 결정하는 대립유전자는 3개이므로 복대립 유전이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 형질 (나)는 3가지 대립유전자 M, N, O에 의해 결정되므로 복대립 유전이다.

ㄴ. 형질 (나)에서 나타날 수 있는 유전자형은 MM, MN, NN, MO, NO, OO의 6가지이다. M과 N사이에 우열 관계가 없어 MN의 표현형은 다른 것들과 다르고, M, N은 O에 대해 완전 우성이므로 MM과 MO의 표현형은 같고 NN과 NO의 표현형은 같다.

ㄷ. 형질 (가)와 (나)는 성별에 관계없이 유전되므로 상염색체 유전이다.

08 정답 ⑤ * 복대립 유전 ····· [정답률 57%]

| 문제+자료 분석 |

- (가)는 1쌍의 대립유전자에 의해 결정되고 (가)를 결정하는 대립유전자가 B, D, E 3가지이므로 (가)는 단일 인자 유전 중 복대립 유전이다.
- (가)의 표현형은 3가지이므로 대립유전자 B, D, E의 우열 관계는 명확하다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 한 쌍의 대립유전자에 의해 결정되며, 대립유전자가 3개(B, D, E)이므로 단일 인자 유전 중 복대립 유전이다.

ㄴ. 유전자형이 BD인 사람과 DD인 사람의 표현형이 같으므로 D는 B에 대해 우성이고, DE인 사람과 EE인 사람의 표현형이 같으므로 E는 D에 대해 우성이다. 따라서 D, E, F의 우열 관계는 E>D>B이므로 E는 B에 대해 우성이다.

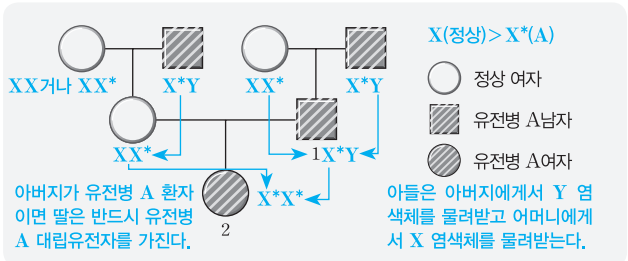
ㄷ. 유전자형이 BD인 남자와 BE인 여자 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 표현형이 ㉠과 같은 경우는 BB, BE, BD, DE 중 BE, DE이므로 구하는 확률은 $\frac{1}{2}$이다.

09 정답 (1) 우성 형질 (2) 상염색체 유전 (3) 2, 3, 4, 6, 9

| 문제+자료 분석 |

- 유전병이 나타나는 부모 3과 4사이에서 정상인 7이 태어났으므로 유전병은 우성, 정상은 열성이다.
- 유전병을 나타내는 6에게서 정상인 딸 8이 태어나므로 유전병은 상염색체 유전임을 알 수 있다. 만약 성염색체 유전이라면 남자 6은 우성 대립유전자를 딸 8에게 물려주어 딸도 유전병이 나타나야한다. 하지만 딸인 8은 정상이므로 모순이다.
- 정상은 열성이며, 열성 대립유전자를 2개 가지므로 유전자형이 동형 접합성이다. 따라서 정상인 1, 5, 7, 8은 이형 접합성이 아니다. 반면 2, 3, 4, 6은 유전병이 나타나므로 유전병 대립유전자를 무조건 가진다. 또한 정상 자녀가 있으므로 정상 대립유전자를 가지고 있으며, 9는 어머니 5로부터 정상 대립유전자를 받는다.
- 따라서 2, 3, 4, 6, 9는 유전병에 대한 유전자형이 이형 접합성이다.

10 정답 ③ * 유전병 가계도 분석



| 문제+자료 분석 |

- 표현형이 같은 부모 사이에서 부모와 표현형이 다른 자녀는 보이지 않으므로 우열을 바로 확정할 수는 없다. 문제에서 X 염색체 유전이라고 제시하였으므로 유전병 A가 열성일 때 또는 우성일 때를 가정하여 가계도를 분석해야한다.
- 만약 유전병 A가 우성이라면, 유전병 A를 나타내는 남자 구성원 1은 우성 유전자를 가지며, 이 우성 유전자는 어머니로부터 받은 것이기 때문에 어머니도 유전병 A가 나타나야하는데 어머니는 정상이므로 모순이다. 따라서 유전병 A는 열성이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 유전병 A는 X 염색체에 의한 유전으로, 1의 유전병 A 대립유전자는 어머니로부터 받은 것이다.

ㄴ. 2의 남동생이 태어날 때 유전병 A를 가질 확률은 어머니로부터 유전병 A 대립유전자를 물려받을 확률인 $\frac{1}{2}$이다. 아버지로부터 물려받는 Y 염색체에는 유전병 A 대립유전자가 없으므로 고려하지 않는다.

ㄷ. 2가 유전병 A이므로 2의 어머니는 유전병 A 유전자를 가진 보인자이고, 1이 유전병 A이므로 1의 어머니도 유전병 A 대립유전자를 가진 보인자로 2의 어머니와 1의 어머니의 유전병 A에 대한 유전자형은 같다.

11 (1) 정답 구성원 1

(2) 핵심 키워드: 적록 색맹 대립유전자, X 염색체

모범 답안 7의 적록 색맹 대립유전자는 4로부터 물려받았다. 적록 색맹 대립유전자는 X 염색체에 존재하는 유전자로 7의 X 염색체는 어머니인 4로부터 물려받은 것이기 때문이다.

(3) 핵심 키워드: 적록 색맹 대립유전자, Y 염색체

모범 답안 $\frac{1}{4}$(=25 %)이다. 6으로부터 적록 색맹 대립유전자를 물려받을 확률이 $\frac{1}{2}$, 7로부터 Y 염색체를 물려받을 확률이 $\frac{1}{2}$이기 때문이다.

| 문제+자료 분석 |

- 적록 색맹 유전은 X 염색체에 의한 열성 유전이므로 아버지나 아들이 적록 색맹인 여성은 모두 적록 색맹 대립유전자를 가진다. 가계도에서 모든 여성은 적록 색맹 대립유전자를 가지며, 정상 남자만 적록 색맹 대립유전자를 가지지 않는다.
- 적록 색맹인 남성은 모두 어머니로부터 적록 색맹 대립유전자를 물려받으며, 딸에게 적록 색맹 대립유전자를 물려준다.

*** 채점 기준**

(2)	4를 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
	4만 쓴 경우	30 %
(3)	확률을 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
	확률만 옳게 쓴 경우	40 %

12 정답 ② * 성염색체 유전 ····· [정답률 45%]

| 문제+자료 분석 |

- 정상인 부모로부터 유전병 ㉠인 철수가 태어났으므로 ㉠은 정상에 대해 열성 형질이다.
- ㉠을 결정하는 유전자가 상염색체에 있다면 아버지와 어머니의 유전자형은 우성 이형 접합성으로 같아야 하므로 대립유전자 T와 T^*는 X 염색체에 있다.
- X^TY인 철수는 유전병 ㉠이 나타나므로 T는 유전병 ㉠ 유전자이고, T^*은 정상 유전자이다. ➡ T^* 정상 > T ㉠
- 철수의 혈액형이 B형이고 철수네 가족의 ABO식 혈액형이 모두 다르려면 부모가 AB형과 O형, 누나가 A형인 경우에 가능하다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 어머니는 T와 T*를 모두 가지고 있고 유전병이 아니므로 T*가 T에 대해 우성이다.

ㄴ. 유전병 ㉠의 대립유전자는 X 염색체에 있으므로 누나의 T*도 X 염색체에 있다.

ㄷ. AB형과 O형인 철수의 부모 사이에서 철수의 동생이 태어날 때, 이 동생이 유전병 ㉠이 나타나려면 부모로부터 우성인 정상 T* 유전자를 받지 않아야 한다. 따라서 아버지로부터 Y 염색체, 어머니로부터 대립유전자 T가 있는 X 염색체를 물려받아 유전병 ㉠일 확률이 $\frac{1}{4}$, B형일 확률이 $\frac{1}{2}$ 이므로 구하는 확률은 $\frac{1}{4}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{8}$이다.

13 정답 ① * 성염색체 유전

| 문제+자료 분석 |

- 어머니는 대립유전자 T만 가지고 있는데 형질 (가)가 발현되었으므로 대립유전자 T가 형질 (가) 발현 유전자이다.
- 대립유전자 T의 DNA 상대량이 같은 첫째와 둘째의 표현형이 다르므로 대립유전자 T와 T*은 X 염색체에 존재한다.
- 유전자형이 이형 접합성일 때 겉으로 표현되는 형질이 우성이다. 자녀 1은 이형 접합성이며, 형질 (가)가 발현되지 않으므로 (가)는 정상에 대해 열성 형질이다. ➡ T* 정상 > T (가)

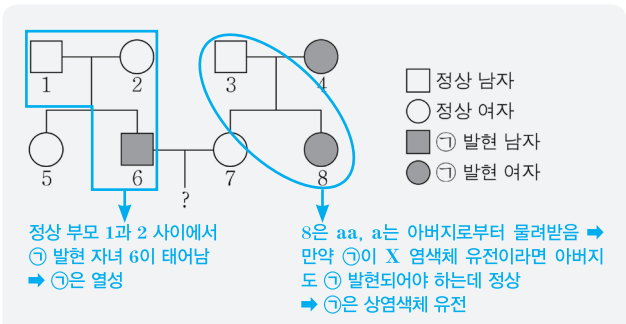
| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 열성 형질이다.

ㄴ. X 염색체에 존재하는 유전자로 남자는 대립유전자 T와 T*의 DNA 상대량을 합한 것이 1이어야 한다. 따라서 ㉠+㉡=1+0=1이다.

ㄷ. 아들은 어머니로부터 대립유전자 T를 가진 X 염색체를 물려받고 아버지로부터 Y 염색체를 물려받으므로 모든 아들은 형질 A가 발현된다. 따라서 자녀 2의 동생이 태어날 때, 형질 (가)가 발현되지 않은 남자일 확률은 0이다.

14 정답 ⑤ * 가계도 분석 ····· [정답률 47%]



| 문제+자료 분석 |

1st ㉠ 분석하기

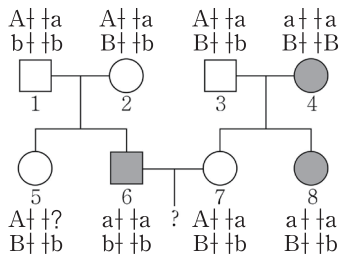
- ㉠에 대해 정상인 부모 1과 2 사이에서 ㉠이 발현된 자녀 6이 태어났으므로 ㉠은 열성 형질이다. ➡ A 정상 > a ㉠
- ㉠은 열성이므로 ㉠이 발현된 여자 구성원의 아버지 또는 아들이 정상이라면 ㉠은 X 염색체 유전이 아니다.
- ㉠이 발현된 8의 아버지 3은 정상이므로 ㉠을 결정하는 유전자는 X 염색체가 아닌 상염색체에 존재한다. 만약 X 염색체에 존재한다면 8의 ㉠ 유전자는 아버지가 물려준 것이므로 아버지도 ㉠ 형질이 발현되어야 하는데 아버지는 정상이므로 모순이다.

2nd 주어진 조건을 이용하여 ㉡의 우열 파악하기

- 3, 5, 7, 8의 ㉡의 유전자형은 모두 같으므로 이들의 표현형도 같다. 이때, 1~8 중 ㉡이 발현된 사람은 2명이므로 3, 5, 7, 8의 표현형은 ㉡이 미발현된 정상이다.
- 3, 5, 7, 8의 ㉡의 유전자형이 정상 유전자만 갖는 동형 접합성이라면 ㉡의 유전자형이 모두 동형 접합성인 1, 4, 6도 정상 유전자만 갖는다. 이 경우 1~8 중 정상의 표현형을 갖는 사람이 7명이 되어 '1~8 중 ㉡이 발현된 사람은 2명이다.'라는 조건에 모순이다. 따라서 3, 5, 7, 8의 ㉡의 유전자형은 이형 접합성이다.
- 이형 접합성의 유전자형을 가질 때 표현형이 정상이므로 정상이 우성 형질이고, ㉡은 열성 형질이다. ➡ B 정상 > b ㉡

3rd 가계도 구성원의 유전자형 파악하기

- 3, 5, 7, 8이 정상이므로 나머지 1, 2, 4, 6 중에 2명은 ㉡이 발현되며, 1, 2, 6 중 적어도 1명은 ㉡이 발현되어야 한다.
- 만약 6의 ㉡의 유전자형이 BB라고 가정하면 1과 2는 B를 가지고, 1, 2, 6은 모두 정상이므로 모순이다. 따라서 6은 bb이다.
- 6이 bb이므로 6의 아버지 1도 b를 가지므로 유전자형은 bb이다. 따라서 ㉡이 발현된 2명의 사람은 1과 6이다. 4의 ㉡의 유전자형도 동형 접합성이 되어야하므로 4의 유전자형은 BB이다. 이를 바탕으로 구성원의 유전자형을 가계도에 나타내면 다음과 같다.



| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 열성 형질이므로, ㉠의 유전자가 X 염색체에 존재한다면 정상인 아버지 3에서 ㉠이 발현된 딸 8이 태어날 수 없다. 따라서 ㉠의 유전자는 상염색체에 있다.

ㄴ. 2의 ㉡의 유전자형은 Bb이다.

ㄷ. 6(aabb)과 7(AaBb) 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 ㉠이 발현될 경우는 Aa, Aa, aa, aa 중 aa, aa이므로 구하는 확률은 $\frac{1}{2}$이고, ㉡이 발현될 경우는 Bb, Bb, bb, bb 중 bb, bb이므로 구하는 확률은 $\frac{1}{2}$이다. 따라서 ㉠과 ㉡이 모두 발현될 확률은 $\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{4}$이다.

15 정답 ③ * 다인자 유전의 특징

| 문제+자료 분석 |

- **다인자 유전**: 여러 쌍의 대립유전자에 의해 하나의 형질이 결정되는 유전 현상이다. 다양한 유전 조합이 가능하여 표현형이 다양하고, 대립 형질이 뚜렷하지 않다.

| 선택지 분석 |

① 여러 쌍의 대립유전자가 영향을 미치므로 연속적인 형질 분포를 보인다.

② 여러 쌍의 대립유전자가 관여하여 다양한 유전자 조합이 가능하다.

③ 다인자 유전은 여러 쌍의 대립유전자가 관여하기 때문에 대립 형질의 우성과 열성이 뚜렷하게 드러나지 않는다.

④ 사람의 유전 형질 중 키, 피부색 등이 다인자 유전에 해당하며, 발현에 환경의 영향을 받는다.

⑤ 대립 형질의 우열 관계가 뚜렷하지 않아 표현형에 따른 개체 수 분포를 조사하였을 때 정규 분포 곡선 형태를 보인다.

16 정답 ④ * 피부색 유전

| 문제+자료 분석 |

- 대립유전자 A, B, C는 피부색을 검게 만드는 유전자이므로 유전자형이 AABBCC인 사람의 피부색은 가장 검고, 유전자형이 aabbcc인 사람은 가장 하얄 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 피부색 유전은 여러 쌍의 대립유전자에 의해 형질이 결정되므로 다인자 유전이다.

ㄴ. 대문자인 대립유전자의 수에 따라 표현형이 결정되므로 대문자인 대립유전자의 수는 0개~6개로 7가지이다.

ㄷ. 피부색에 의한 유전자형이 AABBCC인 개체와 aabbcc인 개체 사이에서 태어난 자손의 유전자형은 AaBbCc로 이 자손이 만들 수 있는 생식세포의 종류는 $2\times2\times2=8$가지이다.

17 정답 ② * 다인자 유전 ····· [정답률 49%]

| 문제+자료 분석 |

1st ㉠이 b일 경우

- 여자 Q에서 생성되는 생식세포의 종류는 남자 P와 같다. P와 Q로부터 생성되는 생식세포의 유전자형과 ⓐ에게서 나타날 수 있는 ㉠의 표현형을 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수로 나타내면 표와 같다.

Q \ P	AbD(2)	Abd(1)	aBD(2)	aBd(1)
AbD(2)	4	3	4	3
Abd(1)	3	2	3	2
aBD(2)	4	3	4	3
aBd(1)	3	2	3	2

➡ P와 Q 사이에서 ⓐ가 태어날 때, ⓐ에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 3가지이다. (대문자 수 2, 3, 4)

2nd ㉠이 B일 경우

- ⓐ에게서 나타날 수 있는 ㉠의 표현형을 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수로 나타내면 표와 같다.

Q \ P	AbD(2)	Abd(1)	aBD(2)	aBd(1)
ABD(3)	5	4	5	4
ABd(2)	4	3	4	3
aBD(2)	4	3	4	3
aBd(1)	3	2	3	2

➡ P와 Q 사이에서 ⓐ가 태어날 때, ⓐ에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 4가지이다. (대문자 수 2, 3, 4, 5)

| 선택지 분석 |

② ⓐ의 표현형이 Q와 같을 경우는 ⓐ의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수가 4일 경우이므로 구하는 확률은 $\frac{6}{16}=\frac{3}{8}$이다.

Q \ P	AbD(2)	Abd(1)	aBD(2)	aBd(1)
ABD(3)	5	4	5	4
ABd(2)	4	3	4	3
aBD(2)	4	3	4	3
aBd(1)	3	2	3	2

18 정답 ④ * 다인자 유전 ····· [정답률 41%]

| 문제+자료 분석 |

- 하나의 형질 (가)에 대해 여러 쌍의 대립유전자가 관여하므로 (가)는 다인자 유전이다.
- 아버지에서 형성될 수 있는 생식세포의 유전자형은 ABD, ABd, aBD, aBd로 4가지이다.
- 어머니에게서 형성될 수 있는 생식세포의 유전자형은 ABD, ABd, AbD, Abd, aBD, aBd, abD, abd로 8가지이다.

| 선택지 분석 |

④ 아이의 표현형이 아버지와 같으려면 대문자로 표시되는 대립유전자가 4개여야 한다. 대문자로 표시되는 대립유전자를 아버지로부터 3개, 어머니로부터 1개를 받을 확률은 $\frac{1}{4}\times\frac{3}{8}$, 아버지로부터 2개, 어머니로부터 2개를 받을 확률은 $\frac{2}{4}\times\frac{3}{8}$, 아버지로부터 1개, 어머니로부터 3개를 받을 확률은 $\frac{1}{4}\times\frac{1}{8}$이므로, 이를 모두 더한 확률은 $\frac{5}{16}$이다.

| 다른 풀이 |

- 유전자형이 AaBBDd인 아버지와 AaBbDd인 어머니 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 (가)의 표현형이 아버지와 같으려면 대문자 4개를 가져야 한다.
- 아버지는 BB이므로 아이에게 B를 무조건 줄 수 밖에 없다. 유전자 자리 6개 중 B를 가지므로 결정되지 않은 유전자 자리는 5개가 된다. (□□B□□□)
- 5개 유전자 자리 중에 대문자가 3개가 와야 아버지와 표현형이 같아지므로 5개의 유전자 자리에 대문자가 3개 올 경우의 수는 ${}_5C_3$이다.
- 따라서 이 아이의 (나)의 표현형이 ㉠과 같을 확률은 $\frac{{}_5C_3}{2^5}=\frac{5}{16}$이다.

문제 풀이 Tip

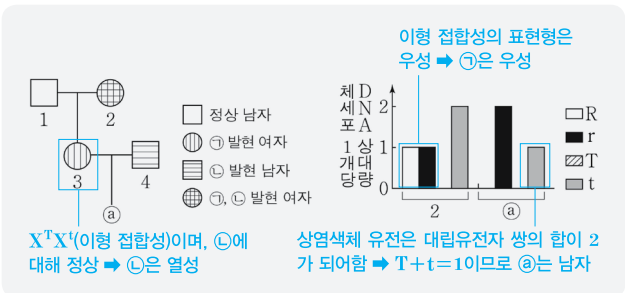
대문자로만 표시되는 대립유전자의 수에 의해서만 형질이 결정된다면 자손이 태어날 경우의 수나 생식 세포가 만들어질 경우의 수를 구할 때 조합을 이용한다.

전체 몇 개의 대립유전자 중 몇 개의 대립유전자가 이미 결정되었는지 파악하고, 결정되지 않은 대립유전자 중 몇 개의 대립유전자가 대문자여야 하는지 파악한다.

결정되지 않은 a개의 대립유전자 중 b개의 대립유전자가 대문자여야 할 경우의 수는 ${}_aC_b$이다. (단, 대립유전자가 서로 다른 상염색체에 있을 경우)

내신 1등급 문제 문제편 178p

19 정답 ① * 가계도 분석 ····· [정답률 41%]



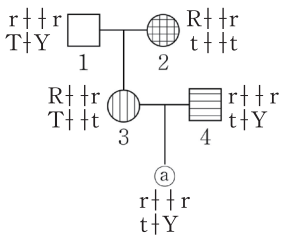
| 문제+자료 분석 |

1st ㉠ 분석하기

- ⓐ의 체세포 1개당 R와 r의 DNA 상대량을 합한 값이 2이므로 ㉠의 대립 유전자는 상염색체에 존재한다.
- 유전자형이 이형 접합성인 구성원은 정상 유전자와 형질 발현 유전자를 1개씩 가지므로 구성원의 표현형은 우성이다. ㉠에 대한 유전자형이 이형 접합성인 구성원 2는 ㉠이 발현되므로 ㉠은 우성 형질이다.

2nd ㉡ 분석하기

- ⓐ의 체세포 1개당 T와 t의 DNA 상대량은 합한 값이 1이므로 ⓐ는 남자이고 ㉡은 X 염색체 유전이다.
- 유전자형이 tt인 구성원 2는 ㉡이 발현되므로 t는 ㉡ 발현 유전자이다.
- ⓐ의 유전자형이 X^tY이므로 어머니 3은 X^t를 갖고, ㉡이 발현되지 않았으므로 정상 유전자 X^T를 갖는다. 따라서 3은 ㉡에 대한 유전자형이 이형접합성이면서 정상이므로 ㉡은 열성 형질이다.
- 가족 구성원의 ㉠과 ㉡의 유전자형을 가계도로 나타내면 다음과 같다.



| 보기 분석 |

ㄱ. ⓐ는 체세포 1개당 T와 t의 DNA 상대량은 합한 값이 1이므로 남자이다.
ㄴ. 4에서 ㉠의 유전자형은 rr로 동형 접합성이다.
ㄷ. ⓐ의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 ㉠이 발현할 확률은 3으로부터 R을 받을 확률인 $\frac{1}{2}$이고, ㉡이 발현하지 않을 확률은 3으로부터 T를 받을 확률인 $\frac{1}{2}$이다. 따라서 이 아이에게서 ㉠과 ㉡ 중 ㉠만 발현될 확률은 $\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{4}$이다.

20 정답 ② * 사람의 유전 ····· [정답률 36%]

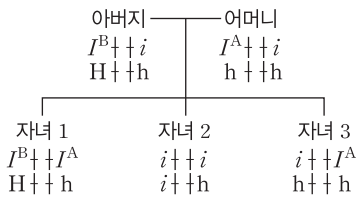
| 문제+자료 분석 |

1st 가족의 혈액형 추론하기

- 아버지, 어머니, 자녀 1, 자녀 2의 ABO식 혈액형은 각각 서로 다르며 어머니의 혈액형은 A형이므로 아버지의 혈액형은 B형이고 자녀 1과 자녀 2의 혈액형은 각각 AB형과 O형 중 하나이다.
- 아버지는 B형이므로 응집원 B, 응집소 a를 가진다. 자녀 1의 적혈구와 아버지 혈액이 응집되므로 자녀 1은 응집원 A를 가진다. 따라서 자녀 1은 AB형, 자녀 2는 O형이다.
- 자녀 3의 적혈구와 혈장이 모두 아버지 혈액과 응집하므로 자녀 3의 혈액형은 A형이다.

2nd ㉠의 우열 파악하기

- ㉠이 우성 형질이라고 가정한다면 B형인 아버지의 유전자형은 Bh/ih, AB형인 자녀 1의 유전자형은 Ah/Bh이다. 이때 자녀 3은 아버지로부터 ih, 어머니로부터 Ah를 받아 정상이어야 하는데 ㉠이 발현되므로 모순이다. 따라서 ㉠은 열성 형질이다.
- 가족 구성원의 유전자형을 가계도로 나타내면 다음과 같다.



| 보기 분석 |

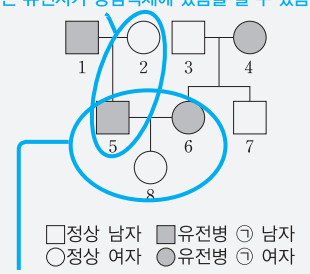
ㄱ. ㉠은 열성 형질이다.
ㄴ. 자녀 2의 혈액형은 O형이다.
ㄷ. 자녀 3의 동생이 태어날 때 혈액형이 B형이면서 ㉠이 발현될 경우는 아버지로부터 I^B, 어머니로부터 i 유전자를 받아야한다. 이 경우 ㉠에 대한 유전자형은 Hh이므로 이 아이는 정상이다. 따라서 구하는 확률은 0이다.

수능 대비 기출 문제 문제편 180~182p

01 정답 ① * 상염색체 유전 ····· [정답률 55%]

그림은 어떤 집안의 유전병 ㉠에 대한 가계도를 나타낸 것이다. ㉠은 대립유전자 T와 T*에 의해 결정되며, T는 T*에 대해 완전 우성이다.

형질을 결정하는 유전자가 상염색체에 있음을 알 수 있음



유전병 ㉠이 우성 형질임을 알 수 있음

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

[보기]

ㄱ. ㉠은 우성 형질이다.
→ 부모에 없던 형질이 자손에서 태어나면 그 자손이 가진 형질이 열성 형질임
ㄴ. 1~8 중 T*를 가지고 있는 사람은 5명이다.
→ 유전자형이 확정되지 않은 1을 제외하더라도 2~8 모두 T*를 가짐
ㄷ. 8의 동생이 한 명 태어날 때, 이 아이가 ㉠일 확률은 $\frac{1}{4}$이다.
→ 8의 동생이 태어날 때, 유전자형이 TT거나 TT*일 확률은 $\frac{3}{4}$임

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

1st 유전병 ㉠의 우열 관계 파악하기

- 유전병 ㉠에 대해 정상 형질인 8이 유전병 ㉠을 가진 부모 사이에서 태어났으므로 유전병 ㉠은 우성 형질이다. 따라서 T는 우성인 유전병 ㉠ 발현 대립유전자, T*는 열성인 정상 대립유전자이다.

2nd T와 T*가 존재하는 염색체 찾기

- 유전병 ㉠을 가진 아들 5가 정상인 어머니 2로부터 태어났으므로 유전병 ㉠을 결정하는 유전자는 X 염색체가 아닌 상염색체에 있다는 것을 알 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 부모에 없던 형질이 자손에서 나타나면 그 자손에서 나타난 형질이 열성 형질이다. 유전병 ㉠을 가진 부모 5와 6 사이에 정상인 8이 태어났으므로 유전병 ㉠은 우성 형질이고, 정상 형질은 열성 형질이다.
ㄴ. 유전자형이 확정되지 않는 1을 제외하더라도 2~8의 7명이 모두 T*를 가졌다.
ㄷ. 8의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 나타날 수 있는 표현형은 표와 같다.

따라서 이 아이가 ㉠일 확률은 $\frac{3}{4}$이다.

6의 생식세포 \ 5의 생식세포	T	T*
T	TT (유전병 ㉠)	TT* (유전병 ㉠)
T*	TT* (유전병 ㉠)	T*T* (정상)

| 다른 풀이 |

- 아이가 ㉠일 확률=1−정상일 확률로 구할 수 있다. 꿀팁
- 아이가 정상일 경우는 부모로부터 모두 T*를 받아야하고, 부모는 유전자형이 모두 TT*이고, 아이에게 T*를 줄 확률은 각각 $\frac{1}{2}$이다. 따라서 아이가 정상일 확률은 $\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{4}$이므로, 아이가 ㉠일 확률=$1-\frac{1}{4}=\frac{3}{4}$이다.

문제 풀이 Tip

1. 부모의 표현형이 서로 같고 자손의 표현형이 부모와는 다른 경우 부모의 표현형이 우성, 자손의 표현형이 열성이다.
   우성 표현형의 부모에게서 열성 표현형의 자손은 태어날 수 있지만, 열성 표현형의 부모에게서 우성 표현형의 자손은 태어날 수 없다.
2. ① 어떤 형질이 X 염색체 우성 유전 형질이라면 형질이 발현된 남자 구성원의 어머니와 딸은 모두 형질을 발현해야 하고, ② X 염색체 열성 유전 형질이라면 형질이 발현된 여자 구성원의 아버지와 아들은 모두 형질을 발현해야 한다. ③ Y 염색체 유전 형질이라면 아버지와 아들은 모두 같은 형질을 발현해야 한다.
   만약 가계도 구성원 중 ①~③을 만족하지 않는 구성원이 모두 있다면, 이 형질은 상염색체 유전 형질이다.

02 정답 ① * 성염색체 유전 ····· [정답률 68%]

다음은 영희네 가족 구성원의 유전병 P와 적록 색맹에 대한 자료이다.

우성 형질 / 유전병 유전자
- 유전병 P는 대립유전자 A와 a에 의해 결정되며, A는 a에 대해 완전 우성이다.
- 영희네 가족 구성원은 아버지, 어머니, 오빠, 영희, 남동생이다.
- 아버지는 a를 가지고 있지 않다.
  → 아버지는 X^AY(아버지는 유전병)
- 어머니와 오빠에게서는 유전병 P가 나타나고, 남동생에게서는 유전병 P가 나타나지 않는다.
  상염색체에 유전자가 있을 경우 표현형이 같아야 함
- 가족 구성원 중 오빠에게서만 적록 색맹이 나타난다.
  X 염색체 열성 유전

AB/Ab 또는 AB/aB / aB/Y
영희와 유전병 P, 적록 색맹이 모두 나타나지 않는 남자 사이에서 여자 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 유전병 P가 나타나고 적록 색맹이 나타나지 않을 확률은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) (3점)

① $\frac{3}{4}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{3}{8}$
④ $\frac{1}{4}$ ⑤ $\frac{1}{8}$

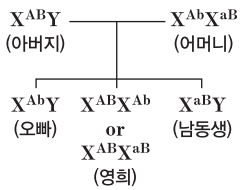
→ 유전병 P가 나타나고 적록 색맹이 나타나지 않을 여자 아이가 태어날 확률 $(A_B_)=\frac{3}{4}$

| 문제+자료 분석 |

1st **P가 상염색체 유전인지 X 염색체 유전인지 파악하기**
- 아버지는 a를 가지고 있지 않으므로 유전병 P가 상염색체 유전일 경우 아버지의 유전자형은 AA이다.
- 따라서 우성 대립유전자 A를 자녀에게 물려주므로 자녀의 표현형은 모두 동일해야 하는데 오빠와 남동생의 P에 대한 표현형이 다르므로 A와 a는 X 염색체에 있다.

2nd **P의 우열 관계 파악하기**
- 만약 유전병 P가 열성 형질이라고 가정하면, 어머니는 P가 나타나므로 유전자형이 aa이고, a를 아들에게 물려주어 아들도 반드시 유전병 P가 나타나야한다. 하지만 남동생에게서 P가 나타나지 않으므로 모순이다. 따라서 P는 우성 형질이다.

3rd **가족 구성원의 P와 적록 색맹에 대한 유전자형 파악하기**
- 적록 색맹을 결정하는 대립유전자를 B와 b(B>b)라고 하면, 오빠(bY)에게서만 적록 색맹이 나타나므로 두 형질에 대한 유전자형이 아버지는 AB/Y, 어머니는 Ab/aB이고, 영희는 AB/Ab 또는 AB/aB이다.
- 가족 구성원의 유전자형을 가계도에 나타내면 다음과 같다.



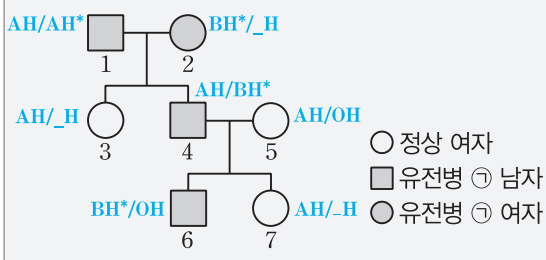
| 선택지 분석 |

① 영희($X^{AB}X^{Ab}$ or $X^{AB}X^{aB}$)와 유전자형이 $X^{aB}Y$인 남자 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 유전병 P가 나타날 확률=1−정상일 확률이다. 영희가 아이에게 유전자 a를 물려줄 경우는 $X^{AB}X^{Ab}$와 $X^{AB}X^{aB}$ 중에서 유전자형이 $X^{AB}X^{aB}$일 경우이므로 확률은 $\frac{1}{2}$이며, 유전자형이 $X^{AB}X^{aB}$일 때 X^{aB}를 물려줘야하므로 확률은 $\frac{1}{2}$이다. 이때 X^{aB}를 물려주면 적록 색맹 미발현 유전자 B를 물려주므로 아이는 적록 색맹이 나타나지 않는다. 유전자형이 $X^{aB}Y$ 남자는 X^{aB}와 Y 두 유전자 중 아무 유전자를 아이에게 물려줘도 상관없으므로 확률이 1이다. 따라서 유전병 P가 나타날 확률 $=1-\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times1=\frac{3}{4}$이다.

03 정답 ③ * 가계도 분석 ····· [정답률 50%]

다음은 어떤 집안의 유전병 ㉠과 ABO식 혈액형에 대한 자료이다.

- 유전병 ㉠은 대립유전자 H와 H*에 의해 결정되며, H와 H*의 우열 관계는 분명하다. H* ㉠ > H 정상
- H는 정상 유전자이고, H*는 유전병 유전자이다.
- ㉠의 유전자와 ABO식 혈액형 유전자는 같은 염색체에 있다.
- 구성원 1, 3, 5의 ABO식 혈액형은 A형, 구성원 6의 ABO식 혈액형은 B형이다. (하나의 상염색체에 함께 존재)
- 구성원 1의 ABO식 혈액형에 대한 유전자형은 동형 접합성이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

[보기]
ㄱ. 4의 ABO식 혈액형은 AB형이다. → 4는 AH/BH*이므로 AB형
ㄴ. 6의 H*는 ~~1로부터~~ 물려받은 유전자이다.
→ 6은 BH*가 있는 염색체를 2를 거쳐 4로부터 받음
ㄷ. 7의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 ㉠은 나타나지 않고 ABO식 혈액형이 A형일 확률은 $\frac{1}{2}$이다.
→ BH*/AH와 AH/OH 사이에 AH/OH 또는 AH/AH가 태어날 확률은 $\frac{1}{2}$

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

1st 유전병 ㉠의 우열 관계 파악하기

- 유전병 ㉠이 나타나는 1과 2 사이에서 정상인 3이 태어났으므로 유전병 ㉠ 유전자인 H*는 정상 유전자인 H에 대해 우성이다.
- 3, 5, 7의 ㉠에 대한 유전자형은 HH이고, 1, 2, 4, 6의 ㉠에 대한 유전자형은 HH*이다.

2nd 가족 구성원의 유전자형 정하기

- 1은 ABO식 혈액형에 대한 유전자형이 동형 접합성이므로 1의 유전자 구성은 AH/AH*이다.
- 5가 A형이고 6이 B형이므로 5는 6에게 OH를 물려준다. 5의 유전자 구성은 AH/OH이고 6의 유전자 구성은 BH*/OH이다.
- 6의 BH*는 4에게서 물려받았으며 4는 1로부터 AH를 물려받았으므로 4의 유전자 구성은 AH/BH*이다. 4의 BH*는 2가 물려주었으므로 2의 유전자 구성은 BH*/_H이고, 3의 유전자 구성은 AH/_H이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 4는 1로부터 AH를 물려받고, 2로부터 BH*를 물려받았으므로 4의 ABO식 혈액형은 AB형이다.

ㄴ. 6의 H*는 1이 아닌 2로부터 물려받은 유전자이다.

ㄷ. 4는 AH/BH*이고, 5는 AH/OH이므로 7의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 ㉠은 나타나지 않고 ABO식 혈액형이 A형일 경우는 4로부터 AH를 받을 경우이므로 구하는 확률은 $\frac{1}{2}$이다.

문제 풀이 Tip

같은 염색체에 있는 유전자는 생식세포가 형성될 때 하나의 딸세포로 함께 이동하는데, 이를 이용하여 부모나 자손의 유전자형을 유추할 수 있다.

04 정답 ③ * 상염색체 유전 ····· [정답률 60%]

다음은 사람의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해 결정되며, A는 a에 대해 완전 우성이다. 단일 인자 유전
- (나)는 1쌍의 대립유전자에 의해 결정되며, 대립유전자에는 B, D, E가 있다. – 복대립 유전
- (나)의 표현형은 4가지이며, (나)의 유전자형이 BB인 사람과 BE인 사람의 표현형은 같고, 유전자형이 DD인 사람과 DE인 사람의 표현형은 같다. (BB, BE), (DD, DE), BD, EE 4가지 → B=D>E
- (가)와 (나)의 유전자형이 AaBD인 부모 사이에서 ㉠이 태어날 때, ㉠에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 4가지이다. AB/aD와 AD/aB 연관

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 교차와 돌연변이는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. (가)의 유전자와 (나)의 유전자는 같은 염색체에 있다.
→ (가)와 (나)는 하나의 염색체에 함께 있는 유전자에 의해 결정

ㄴ. (나)의 유전은 ~~다인자 유전~~이다.
→ (나)는 한 쌍의 유전자에 의해 결정되는 복대립 유전

ㄷ. ㉠에서 (가)와 (나)에 대한 유전자형이 AaBB일 확률은 $\frac{1}{4}$이다. → AABD, AaBB, AaDD, aaBD 중 ㉠의 유전자형이 AaBB일 확률은 $\frac{1}{4}$

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- BB인 사람과 BE인 사람의 표현형이 같으므로 공통으로 가지고 있는 B가 E에 대해서 우성이다. 또한 DD인 사람과 DE인 사람의 표현형은 같으므로 D가 E에 대해서 우성이다.
- 만약 B가 D에 대해서 우성이라면 (나)의 표현형은 3가지가 나올 수 있다. 하지만 (나)의 표현형은 4가지라고 했으므로 B와 D는 우열 관계는 분명하지 않다. ➡ B=D>E
- Aa인 부모 사이에서 A_, aa 2종류의 표현형이 나올 수 있고, BD인 부모 사이에서 BB, BD, DD의 표현형이 나올 수 있다.
- 두 유전자가 서로 다른 염색체에 위치한다면 6종류의 표현형이 나와야 한다. 그러나 표현형이 최대 4가지이므로 (가)의 유전자와 (나)의 유전자가 같은 염색체에 있음을 알 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)와 (나)의 AaBD인 부모 사이에 태어나는 ㉠의 표현형이 최대 4가지이므로 (가)와 (나)의 유전자는 같은 염색체에 있다.

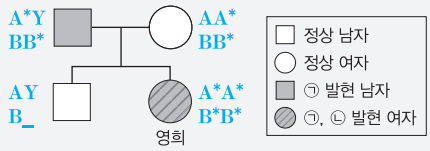
ㄴ. (나)는 형질을 결정하는 유전자가 3종류 이상이므로 복대립 유전이다. 다인자 유전은 형질을 결정하는 유전자가 2쌍 이상인 경우를 의미한다.

ㄷ. (가)와 (나) 사이에서 태어날 수 있는 ㉠의 유전자형은 표와 같다. 4가지 중 AaBB인 경우는 1가지 밖에 없으므로 확률은 $\frac{1}{4}$이 된다.

구분	AB	aD
AD	AABD	AaDD
aB	AaBB	aaBD

05 정답 ⑤ * 가계도 분석 ····· [정답률 61%]

그림은 영희 집안의 유전병 ㉠과 ㉡에 대한 가계도를 나타낸 것이다. ㉠은 대립유전자 A와 A*에 의해, ㉡은 대립유전자 B와 B*에 의해 결정되며, A는 A*에 대해, B는 B*에 대해 각각 완전 우성이다. 영희의 ㉠과 ㉡의 유전자형은 모두 동형 접합성이고, ㉠과 ㉡ 중 하나는 반성유전된다. X 염색체 유전



A(정상)>A*(유전병㉠) B(정상)>B*(유전병㉡)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

[보기]

ㄱ. ㉠을 결정하는 대립유전자는 X 염색체에 존재한다.
→ ㉠은 반성유전이므로 대립유전자가 X 염색체에 존재

ㄴ. ㉠과 ㉡은 모두 단일 인자 유전이다.
→ ㉠과 ㉡은 모두 한 쌍의 대립유전자에 의해 결정되는 단일 인자 유전

ㄷ. 영희의 동생이 한 명 태어날 때, 이 아이가 유전병 ㉠과 ㉡을 모두 갖는 남자 아이일 확률은 $\frac{1}{16}$이다. → ㉠일 확률 $\frac{1}{4}$, ㉡일 확률 $\frac{1}{4}$

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

1st ㉡의 우열 관계 파악하기

- 유전병 ㉡에 대해 정상인 부모로부터 유전병 ㉡을 가진 영희가 태어났으므로 유전병 ㉡은 열성 형질이다. 따라서 유전자 B는 정상 유전자, B*는 유전병 ㉡ 유전자가 된다.

2nd B/B*가 위치한 염색체 파악하기

- ㉡에 대해 정상인 아버지로부터 유전병 ㉡을 가진 딸(영희)이 태어났기 때문에 유전병 ㉡ 유전자는 X 염색체가 아닌 상염색체 있다. 만약 X 염색체 유전이라면 아버지도 ㉡이 나타나야 한다.

3rd ㉠의 우열 관계 파악하기

- 문제의 조건을 이용하면 ㉠과 ㉡ 중 하나는 반성유전된다고 했으므로 ㉠이 반성 유전된다는 것을 알 수 있다.
- 또한 조건에서 영희의 ㉠에 대한 유전자형은 동형 접합성이라고 했으므로 유전병 ㉠ 유전자만 가지고 있고 그중 하나는 어머니로부터 받은 것인데 어머니는 정상이므로 ㉠이 열성 형질이라는 것을 파악할 수 있다.
- 따라서 A는 정상 유전자, A*는 유전병 ㉠ 유전자이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 유전병 ㉠은 반성유전되므로 ㉠을 결정하는 대립유전자는 X 염색체에 존재한다.

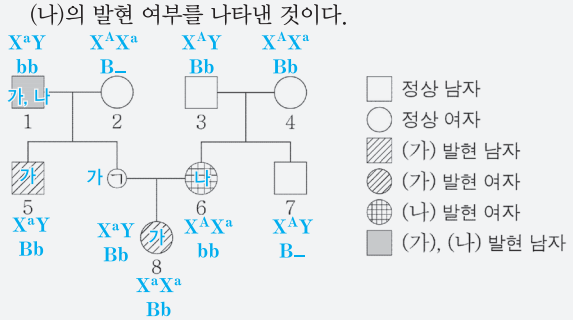
ㄴ. ㉠과 ㉡은 각각 A와 A*, B와 B* 한 쌍의 대립유전자에 의해 형질이 결정되는 단일 인자 유전이다.

ㄷ. 영희의 아버지(A*Y, BB*)와 어머니(AA*, BB*) 사이에서 유전병 ㉠인 아들이 태어날 경우는 아버지로부터 Y, 어머니로부터 A*를 받을 경우이므로 구하는 확률은 $\frac{1}{4}$이다. 유전병 ㉡을 가질 확률(BB*와 BB* 사이에서 B*B*가 태어날 확률)은 $\frac{1}{4}$이므로 $\frac{1}{4}\times\frac{1}{4}=\frac{1}{16}$이다.

06 정답 ⑤ * 사람의 유전 ····· [정답률 50%]

다음은 어떤 집안의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)는 대립유전자 A와 a에 의해, (나)는 대립유전자 B와 b에 의해 결정된다. A는 a에 대해, B는 b에 대해 각각 완전 우성이다. → X^A(정상) > X^a(가), B(정상) > b(나)
- (가)와 (나)의 유전자 중 하나는 상염색체에, 나머지 하나는 X 염색체에 있다.
- 가계도는 구성원 ㉠을 제외한 구성원 1~8에게서 (가)와 (나)의 발현 여부를 나타낸 것이다.



이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. (나)의 유전자는 상염색체에 있다.
→ (가)는 X염색체에, (나)는 상염색체에 있음

ㄴ. ㉠에게서 (가)가 발현되었다.
→ ㉠은 (가)만 발현, (나)에 대해서는 정상

ㄷ. 8의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은 $\frac{1}{4}$이다.
→ 8의 동생이 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은 $\frac{1}{4}$

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

1st (나) 분석하기

- 정상인 부모 3과 4 사이에서 (나)가 발현된 자녀 6이 태어났으므로 (나)는 열성 형질이며, B는 정상 대립유전자, b는 (나) 발현 대립유전자이다.
- 만약 (나)가 X 염색체 유전이라면 6의 유전자형은 X^bX^b이고, X^b는 아버지 3에게 물려받아야 한다. 아버지의 유전자형은 X^bY로 (나)가 발현되어야 하는데 정상이므로 (나)의 유전자는 상염색체에 있다.

2nd (가) 분석하기

- (나)의 유전자가 상염색체에 있으므로 (가)의 유전자는 X 염색체에 있다.
- (가)가 X 염색체 우성 유전일 경우, 어머니가 정상이면 아들은 정상이고, 딸이 정상이면 아버지가 정상이다.
- (가)가 우성 형질이라면 정상인 어머니 2로부터 정상인 아들 5가 태어나야 하는데 5는 (가)가 발현되므로 모순이다.
- 따라서 (가)는 열성 형질이며, A는 정상 대립유전자, a는 (가) 발현 대립유전자이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (나)의 유전자는 열성이면서 상염색체에 있다.

ㄴ. 8의 (가)에 대한 유전자형이 X^aX^a이므로 6의 (가)에 대한 유전자형은 X^AX^a이고, ㉠의 (가)에 대한 유전자형은 X^aY이다. 따라서 ㉠에게서 (가)가 발현되었다.

ㄷ. 6의 (나)에 대한 유전자형은 bb, 8의 (나)에 대한 유전자형은 Bb이므로 ㉠은 B를 갖는다. ㉠의 아버지인 1은 (나)에 대한 유전자형이 bb이므로 ㉠의 (나)에 대한 유전자형은 Bb이다.
㉠(X^aY, Bb)과 6(X^AX^a, bb) 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될(X^aX^a, X^aY) 확률 , (나)가 발현될(bb) 확률은 모두 $\frac{1}{2}$이므로 구하는 확률은 $\frac{1}{4}$이다.

부 \ 모	X^A	X^a
X^a	X^AX^a	X^aX^a
Y	X^AY	X^aY

부 \ 모	b	b
B	Bb	Bb
b	bb	bb

문제 풀이 Tip

유전병이 X 염색체 우성 유전의 경우

아버지가 유전병이면 딸이 유전병이고, 아들이 유전병이면 어머니가 유전병이다. 반대로 어머니가 정상이면 아들은 정상이고, 딸이 정상이면 아버지가 정상이다.

07 정답 ⑤ * 피부색 유전 ····· [정답률 58%]

다음은 어떤 동물의 피부색 유전에 대한 자료이다.

- 피부색은 서로 다른 상염색체에 있는 3쌍의 대립유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정된다. 멘델 법칙 중 독립 법칙을 따름
- 피부색은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립유전자의 수에 의해서만 결정되며, 이 수가 다르면 피부색이 다르다.
- 개체 Ⅰ의 유전자형은 aabbDD이다. 다인자 유전을 따름
- 개체 Ⅰ과 Ⅱ 사이에서 ㉠자손(F_1)이 태어날 때, ㉠의 유전자형이 AaBbDd일 확률은 $\frac{1}{8}$이다. Ⅱ의 유전자형은 AaBbDd

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. Ⅰ과 Ⅱ는 피부색이 서로 다르다.
→ 대문자 대립유전자의 수는 Ⅰ의 유전자형에서 2, Ⅱ의 유전자형에서 3

ㄴ. Ⅱ에서 A, B, D가 모두 있는 생식세포가 형성된다.
→ Ⅱ의 피부색 유전자형은 AaBbDd이다.

ㄷ. ㉠의 피부색이 Ⅰ과 같을 확률은 $\frac{3}{8}$이다.
→ ㉠의 피부색이 Ⅰ(대문자 대립유전자의 수 2)과 같을 확률은 $\frac{3}{8}$

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- Ⅰ의 피부색 형질에 대한 유전자형은 aabbDD이고, abD를 갖는 생식세포만 형성할 수 있다.
- Ⅰ(aabbDD)과 Ⅱ 사이에서 유전자형 AaBbDd인 자손이 태어날 확률은 $(\frac{1}{2})^3=\frac{1}{8}$이다.
- Ⅰ은 abD만 갖는 생식세포만 형성할 수 있으므로 Ⅱ로부터 A를 받을 확률 $\frac{1}{2}$, B를 받을 확률 $\frac{1}{2}$, d를 받을 확률 $\frac{1}{2}$이다. 따라서 Ⅱ의 피부색에 대한 유전자형은 AaBbDd이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. Ⅰ의 피부색에 대한 유전자형은 aabbDD로 대문자 대립유전자의 수가 2, Ⅱ의 피부색에 대한 유전자형은 AaBbDd로 대문자 대립유전자 수가 3이다. Ⅰ과 Ⅱ의 대문자 대립유전자의 수는 서로 다르므로 피부색도 서로 다르다.

ㄴ. Ⅱ의 피부색에 대한 유전자형은 AaBbDd이고, 각 대립유전자는 서로 다른 염색체에 존재한다. 따라서 Ⅱ에서 A, B, D가 모두 있는 생식세포가 형성된다.

ㄷ. Ⅰ과 Ⅱ로부터 생성된 생식세포의 유전자 구성과 대립유전자의 수, 각 생식세포의 수정으로 태어난 ㉠자손(F_1)의 피부색에 대한 유전자형에서 대문자 대립유전자의 수는 표와 같다.

구분		Ⅱ							
		ABD(3)	ABd(2)	AbD(2)	aBD(2)	Abd(1)	aBd(1)	abD(1)	abd(0)
Ⅰ	abD(1)	(4)	(3)	(3)	(3)	(2)	(2)	(2)	(1)

㉠의 피부색이 Ⅰ과 같으려면 피부색 유전자형에서 대문자 대립유전자의 수가 2가 되어야 하므로 확률은 $\frac{3}{8}$이다.

| 다른 풀이 |

- 유전자형이 aabbDD인 Ⅰ과 AaBbDd인 Ⅱ 사이에서 ㉠이 태어날 때, ㉠의 피부색이 Ⅰ과 같으려면 대문자를 2개 가져야 한다.
- Ⅰ은 aabbDD이므로 ㉠에게 abD를 무조건 줄 수 밖에 없다. ㉠은 유전자 자리 6개 중 abD를 가지므로 결정되지 않은 유전자 자리는 3개가 된다. (□a□b□D)
- 3개 유전자 자리 중에 대문자가 1개가 와야 Ⅰ과 표현형이 같아지므로 3개의 유전자 자리에 대문자가 1개 올 경우의 수는 ${}_3C_1$이다.
- 따라서 ㉠의 피부색이 Ⅰ과 같을 확률은 $\frac{{}_3C_1}{2^3}=\frac{3}{8}$이다.

문제 풀이 Tip

대문자로만 표시되는 대립유전자의 수에 의해서만 형질이 결정된다면 자손이 태어날 경우의 수나 생식 세포가 만들어질 경우의 수를 구할 때 조합을 이용한다.
전체 몇 개의 대립유전자 중 몇 개의 대립유전자가 이미 결정되었는지 파악하고, 결정되지 않은 대립유전자 중 몇 개의 대립유전자가 대문자여야 하는지 파악한다.
결정되지 않은 a개의 대립유전자 중 b개의 대립유전자가 대문자여야 할 경우의 수는 ${}_aC_b$이다. (단, 대립유전자가 서로 다른 상염색체에 있을 경우)

08 정답 ② * 복대립 유전 ····· [정답률 60%]

다음은 사람의 유전 형질 (가)에 대한 자료이다.

- (가)는 상염색체에 있는 1쌍의 대립유전자에 의해 결정된다. 대립유전자에는 A, B, C가 있으며, 각 대립유전자 사이의 우열 관계는 분명하다. → 복대립 유전 형질(단일 인자 유전 형질)
- 유전자형이 BC인 아버지와 AB인 어머니 사이에서 ㉠이 태어날 때, ㉠의 (가)에 대한 표현형이 아버지와 같을 확률은 $\frac{3}{4}$이다. → B>A, B>C
- 유전자형이 AB인 아버지와 AC인 어머니 사이에서 ㉡이 태어날 때, ㉡에게서 나타날 수 있는 (가)에 대한 표현형은 최대 3가지이다. → AA와 AC의 표현형이 다름 → C>A

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. (가)는 다인자 유전 형질이다. → (가)는 복대립 유전임

ㄴ. B는 A에 대해 완전 우성이다.
→ B는 C와 A에 대해 각각 완전 우성

ㄷ. ㉡의 (가)에 대한 표현형이 어머니와 같을 확률은 $\frac{1}{2}$이다.
→ ㉡의 (가)에 대한 표현형이 어머니와 같을 확률은 $\frac{1}{4}$

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- ㉠이 가질 수 있는 유전자형은 AB, BB, AC, BC이다. ㉠의 표현형이 아버지와 같을 확률은 $\frac{3}{4}$이므로 B는 C와 A에 대해 각각 완전 우성이다.

부 \ 모	A	B
B	AB	BB
C	AC	BC

- ㉡이 가질 수 있는 유전자형은 AA, AC, AB, BC이다. ㉠에서 B가 A와 C에 대해 각각 완전 우성임을 알았으므로 AB와 BC는 B로 표현된다.
- ㉡에게서 나타날 수 있는 표현형이 최대 3가지가 되기 위해선 AA와 AC 표현형이 달라야 하므로 C는 A에 대해 완전 우성이다.

부 \ 모	A	C
A	AA	AC
B	AB	BC

- 정리하면 우열 관계는 B>C>A이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 1쌍의 대립유전자에 의해 결정되므로 단일 인자 유전 형질이고, 대립유전자가 3가지이므로 복대립 유전 형질이다.

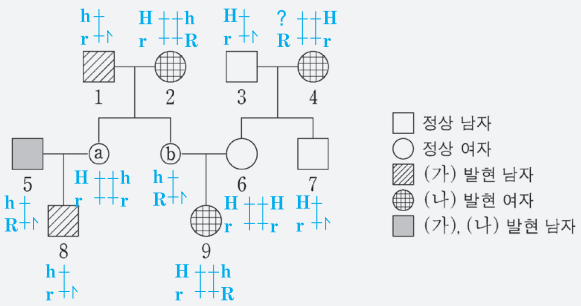
ㄴ. 유전자형이 BC인 아버지는 표현형이 [B_] 또는 [C_]이다. ㉠의 (가)에 대한 표현형이 아버지와 같을 확률이 $\frac{3}{4}$이 되기 위해선 ㉠이 가질 수 있는 유전자형 AB, BB, AC, BC 중 AB, BB, BC가 가능하다. 따라서 B는 A와 C에 대해 각각 완전 우성이다.

ㄷ. ㉡의 (가)에 대한 표현형이 어머니[C_]와 같을 경우는 AA, AC, AB, BC 중 AC이므로 구하는 확률은 $\frac{1}{4}$이다.

09 정답 ④ * 가계도 분석 ····· [정답률 46%]

다음은 어떤 집안의 유전 형질 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)는 대립유전자 H와 h에 의해, (나)는 대립유전자 R와 r에 의해 결정된다. H는 h에 대해, R는 r에 대해 각각 완전 우성이다
- (가)와 (나)의 유전자는 모두 X 염색체에 있다.
- 가계도는 구성원 ⓐ와 ⓑ를 제외한 구성원 1~9에게서 (가)와 (나)의 발현 여부를 나타낸 것이다.



(가)는 열성 형질, (나)는 우성 형질
ⓐ에서 (가)와 (나)가 모두 발현되지 않고, ⓑ에서 (가)와 (나)가 모두 발현됨

- ⓐ와 ⓑ 중 한 사람은 (가)와 (나)가 모두 발현되었고, 나머지 한 사람은 (가)와 (나)가 모두 발현되지 않았다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. ⓐ에게서 (가)와 (나)가 모두 ~~발현되었다~~.
→ ⓐ에게서 (가)와 (나)가 모두 발현되지 않음

ㄴ. 2의 (가)에 대한 유전자형은 이형 접합성이다.
→ 2의 (가)에 대한 유전자형은 Hh

ㄷ. 8의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 4가지이다.
→ 8의 동생에게서 나타날 수 있는 유전자형과 그에 따른 표현형은
$X^{Hr}X^{hR}$ – (나), $X^{hr}X^{hR}$ – (가), (나), $XHrY$ – 정상, $XhrY$ – (가)

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

1st ⓐ와 ⓑ에서 (가)와 (나)의 발현 여부 파악하기

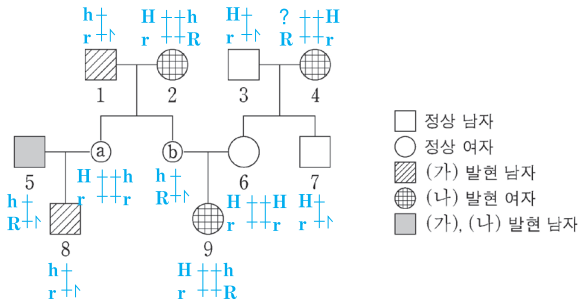
- 만약 ⓐ에게서 (가)와 (나)가 모두 발현되고 ⓑ에게서 (가)와 (나)가 모두 발현되지 않았다고 가정하면, (나)가 발현된 5와 ⓐ 사이에 (나)가 발현되지 않은 8이 태어나므로 (나)가 정상에 대해 우성 형질이다.
- 하지만 이 경우 열성 형질로 정상인 ⓑ와 6 사이에 우성인 (나)가 발현된 9가 태어나는 것이 설명될 수 없다.
- 따라서 ⓐ에게서 (가)와 (나)가 모두 발현되지 않고 ⓑ에서 (가)와 (나)가 모두 발현된다.

2nd (가)와 (나)의 우열 관계 파악하기

- (가)가 발현된 남자 ⓑ로부터 (가)가 발현되지 않은 딸 9가 태어났으므로 9의 유전자형은 이형 접합성이고, 이형 접합성인 경우의 표현형(정상 형질)이 우성이므로 (가)는 정상에 대해 열성 형질이다.
- (나)가 발현된 여자 4로부터 정상인 아들 7이 태어났으므로 4의 유전자형은 이형 접합성이고, 이형 접합성인 경우의 표현형 (나)가 우성이므로 (나)는 정상에 대해 우성 형질이다.

3rd 구성원 1~9의 유전자형 파악하기

구성원 1~9에서 (가)와 (나)에 대한 유전자 구성은 아래 그림과 같다.



| 보기 분석 |

ㄱ. ⓐ에게서 (가)와 (나)가 모두 발현되지 않고 ⓑ에게서 (가)와 (나)가 모두 발현됨을 알 수 있다.

ㄴ. (가)가 발현되지 않은 어머니 2로부터 (가)가 발현된 아들(ⓑ)이 태어나므로 2의 (가)에 대한 유전자형은 이형 접합성이다.

ㄷ. 8의 아버지($X^{hR}Y$)와 8의 어머니($X^{Hr}X^{hr}$) 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 나타날 수 있는 유전자형과 그에 따른 표현형은 아래 표와 같음을 알 수 있다.

$X^{Hr}X^{hR}$	(가) 미발현, (나) 발현	$X^{Hr}Y$	(가) 미발현, (나) 미발현
$X^{hr}X^{hR}$	(가) 발현, (나) 발현	$X^{hr}Y$	(가) 발현, (나) 미발현

유전자형에 따른 표현형이 모두 다르므로, 이들 부모 사이에 태어나는 아이에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 4가지이다.

문제 풀이 Tip

1. **부모의 표현형이 서로 같고 자손의 표현형이 부모와는 다른 경우 부모의 표현형이 우성, 자손의 표현형이 열성이다.**
우성 표현형의 부모에게서 열성 표현형의 자손은 태어날 수 있지만, 열성 표현형의 부모에게서 우성 표현형의 자손은 태어날 수 없다.

2. **X 염색체에 있는 유전자에 의해 결정되는 형질에 대해 이 형질이 미발현된 여자로부터 형질이 발현된 아들이 태어나는 경우와 이 형질이 발현된 여자로부터 발현되지 않은 아들이 태어나는 경우 모두 여자의 유전자형은 이형 접합성이다.**
- 어머니는 아들에게 자신이 가진 X 염색체 2개 중 하나를 물려주며, 물려준 X 염색체에 있는 대립유전자에 의해 아들의 표현형이 결정된다.
- 아들의 표현형과 어머니의 표현형이 다른 경우 아들에게 물려준 대립유전자를 가졌음에도 그 대립유전자에 의한 표현형이 나타나지 않는 것은 아들에게 물려준 유전자가 열성 대립유전자이기 때문이다. 또한 어머니의 유전자형은 이형 접합성이며 어머니의 표현형이 우성 형질임을 의미한다.

*** X 염색체 유전**

X 염색체 우성 유전	아버지가 유전병이면 딸이 유전병이고, 아들이 유전병이면 어머니가 유전병이다.
X 염색체 열성 유전	어머니가 유전병이면 아들이 유전병이고, 딸이 유전병이면 아버지가 유전병이다.

O 사람의 유전병

내신 대비 필수 문제 문제편 187~189p

01 정답 ㉠: 21, ㉡: 47

| 문제+자료 분석 |

- 다운 증후군은 염색체 수 이상에 의한 유전병으로 핵형 분석을 통해 염색체 수를 확인할 수 있다.
- 다운 증후군은 21번 염색체가 비분리되어 21번 염색체를 3개 가지는 유전병이다. 하나의 체세포가 가지는 총 염색체는 정상인보다 1개 많은 47개이다.

02 정답 ⑤ * 염색체 돌연변이 ····· [정답률 70%]

| 문제+자료 분석 |

- (가) 고양이 울음 증후군: 염색체 구조 이상에 의한 유전병으로 5번 염색체의 일부가 결실된 돌연변이이다. 이 사람의 체세포 1개당 염색체 수는 46개로 정상인 사람과 동일하다.
- (나) 클라인펠터 증후군: 염색체 수 이상에 의한 유전병으로 XXY의 성염색체를 가지며 체세포 1개당 염색체 수는 47개이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (나)는 XXY의 성염색체를 가지므로 Y 염색체가 있다.
ㄴ. ㉠은 염색체 구조 이상에 의한 유전병으로 염색체의 수는 정상인 사람과 동일하다.
ㄷ. 핵형 분석을 통해 염색체의 수를 확인할 수 있다.

03 정답 ① * 염색체 비분리

| 문제+자료 분석 |

- 감수 2분열에서 성염색체의 비분리가 1회 일어났으므로 딸세포 중 2개는 염색체 수가 정상이며, 1개는 염색체가 하나 많고, 다른 1개는 염색체가 하나 부족하다.
- 정자 B에 성염색체는 Y 염색체가 1개 들어 있으므로 염색체 수가 정상이며, 정자 C는 X 염색체가 2개 들어 있거나 성염색체가 없다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 정자 B는 Y 염색체를 1개 가지므로 성염색체가 정상 분리된 딸세포로 염색체가 23개이다.
ㄴ. A는 모세포의 DNA가 복제된 상태이다. 따라서 A의 염색 분체 수는 정자 B가 가지는 염색체 수의 4배를 가진다.
ㄷ. 감수 1분열에서 정상적인 분리가 일어났으므로 정자 C는 Y 염색체를 가지지 않는다. 따라서 정자 C와 정상 난자가 수정되어 태어난 아이의 성별은 여자이다.

04 (1) 정답 ㉠: 남성, ㉡: 클라인펠터 증후군

(2) 핵심 키워드: **염색체, 비분리, X 염색체, Y 염색체**

모범 답안 염색체가 비분리되어 X 염색체와 Y 염색체를 가진 정자와 정상 난자가 수정한 경우, Y 염색체를 가진 정상 정자와 염색체가 비분리되어 X 염색체를 2개 가진 난자가 수정한 경우이다.

| 문제+자료 분석 |

- 성염색체로 XXY를 가지는 사람은 클라인펠터 증후군이며, Y 염색체를 가지기 때문에 성별은 남성이다.
- 이 사람이 태어날 때 부모에서 비분리가 한 번 일어났다면 가능한 성염색체 조합은 XY 정자와 X 염색체를 가진 정상 난자가 수정한 경우, XX 난자와 Y 염색체를 가진 정상 정자가 수정한 경우이다.

＊채점 기준

클라인펠터 증후군이 나타날 수 있는 염색체 비분리의 경우의 수를 2가지 모두 옳게 서술한 경우	100 %
경우의 수를 1가지만 옳게 서술한 경우	50 %

05 정답 ① * 염색체 비분리

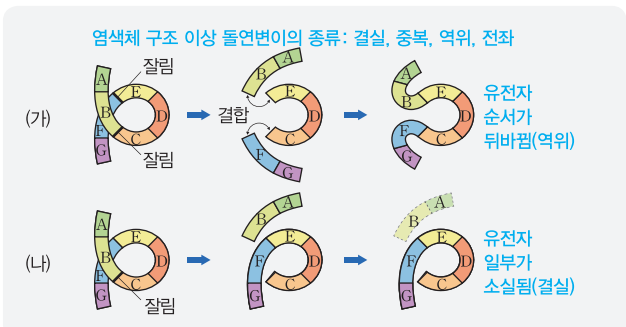
| 문제+자료 분석 |

- 누나는 (가)가 발현되지 않고, 이형 접합성이므로 정상은 우성, (가)는 열성이다. ➡ T 정상 > T^* (가)
- 어머니는 (가)가 발현되므로 $X^TX^{T^*}$이다. 염색체 비분리가 일어나지 않았다면 철수는 어머니로부터 X^{T^*}을, 아버지로부터 Y를 물려받아 $X^{T^*}Y$가 되어 (가)가 발현되어야 한다. 철수는 (가)가 발현되지 않았으므로 아버지로부터 정상 유전자 X^T도 물려받아 정상인 것을 알 수 있다.
- 아버지로부터 X^TY를 물려 받으므로 ㉠은 정자이며, 정자 형성 시 감수 1분열에서 비분리가 일어나 X 염색체와 Y 염색체를 모두 물려받은 것을 알 수 있다. 아버지로부터 X^TY, 어머니로부터 X^{T^*}를 물려받아 철수의 유전자형은 $X^TX^{T^*}Y$이며, 클라인펠터 증후군이 나타난다.

| 보기 분석 |

ㄱ. X 염색체에 의한 열성 유전인데, 어머니는 (가)가 발현되고 철수는 (가)가 발현되지 않았으므로 철수는 아버지로부터 정상 대립유전자를 가진 X 염색체와 Y 염색체를 모두 물려받은 클라인펠터 증후군이다.
ㄴ. 정자 형성 시 감수 1분열에서 비분리 현상이 일어나 X 염색체와 Y 염색체가 같은 딸세포로 이동하였다.
ㄷ. 어머니는 대립유전자 T를 가지지 않고 철수는 대립유전자 T와 대립유전자 T^*를 모두 가지므로 대립유전자 T의 DNA 상대량은 같지 않다.

06 정답 ⑤ * 염색체 구조 이상



| 문제+자료 분석 |

- (가): 염색체 일부가 반대로 연결된 역위를 모식화한 것이다.
- (나): 염색체 일부가 떨어져 나간 결실을 모식화한 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 염색체의 일부가 꼬이면서 유전자 C, D, E가 반대로 연결된 역위이다.
ㄴ. 염색체 일부가 꼬이면서 유전자 A, B가 떨어져 나간 결실이다.
ㄷ. 고양이 울음 증후군은 5번 염색체의 일부가 떨어져 나간 결실에 의한 유전병이다.

07 정답 ② * 염색체 구조 이상 돌연변이

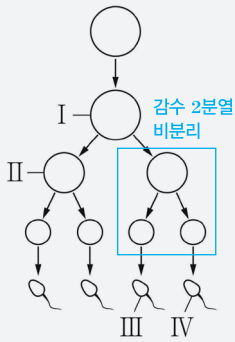
| 문제+자료 분석 |

- (가): 염색체 일부가 떨어져 없어지는 결실과 염색체 일부가 떨어진 후 원래 염색체에 반대 방향으로 연결되는 역위가 일어났다.
- (나): 염색체 일부가 떨어져 상동 염색체가 아닌 다른 염색체에 연결되는 전좌가 일어났다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 중복이 아니라 결실과 역위가 일어났다.
ㄴ. (나)는 비상동 염색체로 염색체가 이동한 전좌가 일어났다.
ㄷ. (가)에서 유전자 B가 떨어져 없어진 결실과 유전자 C, D, E가 반대 방향으로 연결된 역위가 일어났다.

08 정답 ② * 염색체 비분리 ····· [정답률 45%]



감수 1분열 비분리라면 23 또는 21이 되어야함 ➡ 감수 2분열 비분리로 확정

세포	상염색체 수
Ⅰ	? 22
Ⅱ	22
Ⅲ	23
Ⅳ	? 21

23인 것을 통해 상염색체 비분리 확정 (정상 생식세포의 상염색체 수는 22)

| 문제+자료 분석 |

- Ⅰ은 감수 1분열 중기의 세포, Ⅱ는 감수 2분열 중기의 세포이다.
- 정자 형성 과정에서 상염색체가 정상적으로 분리되었다면 Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ는 22개의 상염색체를 갖는다. Ⅲ은 23개의 상염색체를 가지므로 상염색체 비분리가 일어났다.
- 염색체 비분리가 1회 일어났을 때 감수 1분열에서 비분리가 일어났다면 Ⅱ의 상염색체 수는 23 또는 21이다. 하지만 정상적인 상염색체 수를 가지므로 감수 2분열에서 비분리가 일어나 Ⅲ과 Ⅳ가 형성되었다.

| 보기 분석 |

ㄱ. Ⅰ은 DNA가 복제된 세포이며, 총 46개의 염색체를 갖는 감수 1분열 중기의 세포이다. 따라서 Ⅰ의 염색 분체 수는 염색체 수의 2배인 92이다.
ㄴ. 염색체 비분리가 1회 일어났을 때 감수 1분열에서 비분리가 일어났다면 Ⅱ의 상염색체 수는 23 또는 21이다. 하지만 정상적인 상염색체 수를 가지므로 감수 2분열에서 비분리가 일어나 Ⅲ과 Ⅳ가 형성되었다.
ㄷ. 터너 증후군은 성염색체가 X 1개이다. 외관상 여자이지만 생식 기관이 제대로 발달하지 못한다. Ⅳ는 정상 생식세포보다 상염색체 수가 1개 적은 세포이다. Ⅳ와 정상 난자가 수정되어 태어난 아이는 성염색체가 정상이므로 터너 증후군을 나타내지 않는다.

09 정답 ② * 유전자 돌연변이

| 문제+자료 분석 |

- 정상인 부모 사이에서 페닐케톤뇨증인 아이가 태어나므로 페닐케톤뇨증은 열성 형질이며, 상염색체에 있는 대립유전자에 의해 결정되는 유전자 돌연변이이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 페닐케톤뇨증은 유전자 돌연변이로, 염색체의 수나 구조는 같으므로 핵형 분석을 통해 확인할 수 없다.
ㄴ. 페닐케톤뇨증은 유전자 돌연변이로, 염색체의 수는 정상인과 같다.
ㄷ. 페닐케톤뇨증은 열성 형질로, 효소 A를 만드는 대립유전자가 하나만 있는 이형 접합성인 경우에도 페닐알라닌을 타이로신으로 전환할 수 있다.

10 정답 ④ * 낫 모양 적혈구 빈혈증

| 문제+자료 분석 |

- 사람의 유전자 이상 유전병 중 헤모글로빈 생성에 관여하는 유전자에 돌연변이가 발생하여 정상과 일부 아미노산 서열이 다른 돌연변이 헤모글로빈이 만들어진다.
- 산소 운반 능력이 낮은 낫 모양 적혈구가 생성되는 유전병은 낫 모양 적혈구 빈혈증이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 낫 모양 적혈구 빈혈증은 유전자 돌연변이로 염색체의 구조와 수에는 이상이 없어 핵형 분석을 통해 확인할 수 없다.
ㄴ. 낫 모양 적혈구 빈혈증 환자는 적혈구의 모양이 원반 형태가 아닌 낫 모양으로, 산소 운반 능력이 낮다.
ㄷ. 유전자 일부의 염기 서열이 달라진 유전자 돌연변이로 인해 아미노산 서열의 차이가 생긴다.

11 정답 ① * 염색체 이상 유전병과 유전자 이상 유전병

| 문제+자료 분석 |

- (가)는 다운 증후군, (나)는 만성 골수성 백혈병, (다)는 클라인펠터 증후군, (라)는 헌팅턴 무도병 환자이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)의 유전병은 염색체 수 이상 돌연변이로 인해 핵상이 $2n+1$인 다운 증후군으로, 핵형 분석을 통해 진단할 수 있다.
ㄴ. (나)는 염색체 구조 이상으로 발생한 만성 골수성 백혈병 환자이고 (다)는 염색체 수 이상으로 발생한 클라인펠터 증후군 환자이다.
ㄷ. (라)의 유전병은 헌팅턴 무도병으로, 유전자 이상으로 발생하였다.

12 (1) 핵심 키워드: 우성

모범 답안 우성, 정상인 부모에서 멜라닌 합성 효소를 만들지 못하는 알비노증 딸이 태어났기 때문이다.

(2) 핵심 키워드: 유전자 이상에 의한 유전병, 핵형 분석

모범 답안 알비노증은 유전자 이상에 의한 유전병으로 핵형 분석을 통해 확인할 수 없다.

| 문제+자료 분석 |

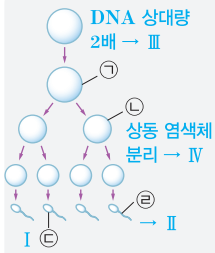
알비노증은 멜라닌 합성 효소를 만드는 유전자에 이상이 생긴 것으로, 염색체의 수나 구조에는 이상이 없는 열성 유전병이다.

＊채점 기준

(1)	우성을 쓰고, 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
	우성이라고만 쓴 경우	50 %
(2)	유전자 이상에 의한 유전병, 핵형 분석을 통해 확인할 수 없다는 내용을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
	핵형 분석을 통해 확인할 수 없다고만 서술한 경우	50 %

내신 1등급 문제 문제편 190p

13 정답 ④ * 염색체 비분리 분석 ····· [정답률 43%]



세포	DNA 상대량					
	D	d	E	e	F	f
㉣ Ⅰ	1	0	? 0	ⓐ 1	1	0
㉢ Ⅱ	0	1	2	0	0	2
㉠ Ⅲ	2	2	2	? 2	? 2	ⓑ 2
㉡ Ⅳ	? 0	ⓒ 2	2	0	0	2

d의 DNA 상대량이 1, E와 f의 DNA 상대량이 2 → 염색체 비분리

| 문제+자료 분석 |

1st ㉠ 세포 매칭하기

- ㉡, ㉣, ㉢은 ㉠으로부터 형성되었으므로 ㉠은 ㉡, ㉣, ㉢이 가지고 있는 유전자를 모두 가지고 있다. 이를 만족하는 세포는 Ⅲ이므로 Ⅲ은 ㉠이다.
- 이 사람의 유전자형은 DdEeFf이고, ㉠은 DNA가 복제된 세포이므로 D, d, E, e, F, f의 DNA 상대량은 모두 2이고, ⓑ는 2이다.

2nd ㉡과 ㉢ 세포 매칭하기

- ㉢은 ㉡으로부터 형성되었으므로 ㉡은 ㉢이 가지는 유전자를 모두 가진다.
- Ⅰ에는 F가 있고, Ⅱ와 Ⅳ에는 f가 있으므로 Ⅰ은 ㉣, Ⅱ와 Ⅳ는 각각 ㉡과 ㉢ 중 하나이다.
- ㉢은 Ⅱ와 Ⅳ 중 하나인데 Ⅱ와 Ⅳ는 모두 E와 f의 DNA 상대량이 2이다. 염색 분체가 정상적으로 분리되었다면 DNA 상대량이 1이 되어야하는데 2인 것은 염색 분체 비분리가 일어났다는 것이며, E와 f는 같은 염색체에 존재하여 같이 비분리 된 것임을 알 수 있다.
- ㉡은 상동 염색체가 분리된 세포이기 때문에 DNA 상대량이 0이거나 짝수여야 한다.
- Ⅱ에서 d의 DNA 상대량이 1이므로 Ⅱ는 ㉢, Ⅳ는 ㉡이다.
- Ⅱ(㉢)의 d의 DNA 상대량이 1이며, d가 존재하는 염색체는 정상 분리되었다. 따라서 Ⅳ(㉡)의 d의 DNA 상대량은 2(ⓒ)가 된다.

3rd ㉣ 세포 파악하기

- 나머지 ㉣은 세포 Ⅰ인데, ㉡ 세포로 E와 f가 함께 있는 염색체가 분리되어 갔으므로 ㉣에는 e와 F가 함께 있는 염색체가 존재한다. 또한 ㉣은 정상 분리되었으므로 DNA 상대량이 1(ⓐ)이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. Ⅰ은 ㉣, Ⅱ는 ㉢, Ⅲ은 ㉠, Ⅳ는 ㉡이므로 ⓐ는 1, ⓑ는 2, ⓒ는 2이다. 따라서 ⓐ+ⓑ+ⓒ=5이다.

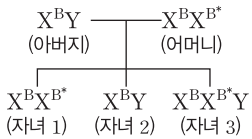
ㄴ. E와 f, e와 F는 같은 염색체에 있다.

ㄷ. Ⅱ와 Ⅳ에서 E와 f의 DNA 상대량이 서로 같으므로 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

14 정답 ⑤ * 염색체 비분리 ····· [정답률 48%]

| 문제+자료 분석 |

- 아버지는 B의 DNA 상대량이 1이고 B*의 DNA 상대량은 0이므로 (가)의 유전자는 X 염색체에 있음을 알 수 있다.
- 핵형이 정상인 아버지의 (가)에 대한 유전자형은 아버지가 X^BY이고, 자녀 1은 X^BX^{B*}로 여자이며, 자녀 2는 X^BY로 남자임을 알 수 있다.
- 자녀 3은 B와 B*를 모두 가지는 남자이므로 (가)에 대한 유전자형이 $X^BX^{B*}Y$이고, 클라인펠터 증후군을 나타냄을 알 수 있다.
- 자녀 3이 태어날 때 염색체 비분리는 정자 형성 과정에서 1회 일어났다고 했으므로 자녀 3은 아버지에게서 Y 염색체와 함께 B를 가진 X 염색체를 물려받았음을 알 수 있다.
- 가족 구성원의 유전자형을 나타내면 다음과 같다.



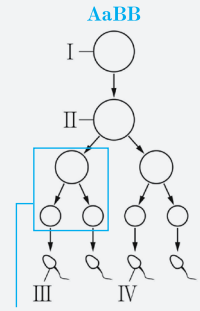
| 보기 분석 |

ㄱ. 핵형이 정상인 자녀 1의 경우 B와 B*의 DNA 상대량이 모두 1인데 아버지는 B의 DNA 상대량이 1이고 B*의 DNA 상대량은 0이므로 (가)의 유전자는 X 염색체에 존재한다.

ㄴ. 자녀 2의 유전자형은 X^BY로 남자이다. 남자는 아버지로부터 Y 염색체를, 어머니로부터 X 염색체를 물려받으므로 자녀 2는 어머니로부터 B가 있는 X 염색체를 물려받았다.

ㄷ. 자녀 3은 아버지로부터 X^BY, 어머니로부터 X^{B*}를 물려받았다. 아버지로부터 X^BY를 물려받기 위해서는 ㉠이 형성될 때 감수 1분열에서 상동 염색체의 비분리가 일어나야 한다.

15 정답 ③ * 생식세포 분열 ····· [정답률 40%]



감수 2분열 비분리 일어남

세포	염색체 수	DNA 상대량			
		A	a	B	b
Ⅱ (가)	? 46	2 ㉠	2	4	0
Ⅲ (나)	24	2	0	1	? 0
Ⅰ (다)	46	1	1	2	㉡ 0
Ⅳ (라)	23	0 ?	1	1	? 0

| 문제+자료 분석 |

1st Ⅰ과 Ⅱ의 세포 추론하기

- 사람의 G_1기 세포는 핵상이 $2n=46$이다. Ⅰ과 Ⅱ의 핵상은 $2n$이므로 염색체 수가 46이다. 따라서 (가)와 (다)는 각각 Ⅰ과 Ⅱ 중 하나이다.
- Ⅱ는 Ⅰ이 복제되어 형성된 세포이므로 Ⅰ의 DNA 상대량의 2배이고 DNA 상대량이 0 또는 짝수의 형태가 되어야 한다.
- (다)에서 A의 DNA 상대량이 1이므로 (다)가 G_1기의 세포 Ⅰ에 해당하며 (가)는 복제가 끝난 분열기 중기의 세포 Ⅱ에 해당한다.

2nd ⓐ에 대한 유전자형 파악하기

- G_1기의 세포 (다)의 A의 DNA 상대량이 1이므로 이 사람의 체세포는 Aa를 가지며 (가)에서 A의 DNA 상대량(㉠)은 2이다.
- (가)에서 b의 DNA 상대량이 0이므로 (다)에서 b의 DNA 상대량(㉡)도 0이다. 이 사람의 체세포는 BB를 가진다. 정리하면 이 사람의 유전자형은 AaBB이다.

3rd Ⅲ과 Ⅳ 추론하기 및 염색체 비분리 세포 찾기

- 나머지 (나)와 (라)는 각각 Ⅲ과 Ⅳ 중 하나이다. (나)의 염색체 수는 24이므로 염색체 비분리가 일어나 염색체를 한 개 더 가지고 있는 생식세포이며, (라)의 염색체 수는 23이므로 정상적으로 생성된 생식세포임을 알 수 있다.
- (나)에서 A의 DNA 상대량이 2인 것은 염색 분체가 비분리된 것으로 감수 2분열에서 비분리가 일어났으며 Ⅳ에는 a가 있으므로 감수 2분열 비분리는 Ⅲ을 생성하는 과정에서 일어났다. 따라서 Ⅲ은 (나)이며, Ⅳ는 (라)이다.

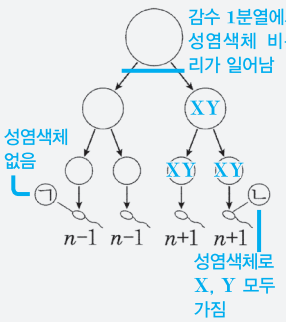
| 보기 분석 |

ㄱ. 염색체 비분리는 Ⅲ을 생성하는 감수 2분열 과정에서 일어났다.
ㄴ. ㉠은 2, ㉡은 0으로 ㉠+㉡=2이다.
ㄷ. Ⅲ에서 성염색체 수는 1이고 상염색체 수는 정상 생식세포보다 한 개 많은 23이므로 $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{성염색체 수}}=23$이다.

수능 대비 기출 문제 문제편 192~193p

01 정답 ② * 염색체 비분리 ····· [정답률 70%]

그림은 어떤 사람에서 정자가 형성되는 과정과 각 정자의 핵상을 나타낸 것이다. 감수 1분열에서 성염색체의 비분리가 1회 일어났다.



이에 대한 옳은 설명만을 [보기] 에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. ㉠에 X염색체가 있다.
→ ㉠은 상염색체 22개, 성염색체 0개 존재
ㄴ. ㉡에 22개의 상염색체가 있다.
→ ㉡은 상염색체 22개, 성염색체 2개 존재
ㄷ. ㉡과 정상 난자가 수정되어 태어난 아이에게서 터너 증후군이 나타난다. → ㉡은 XY를 갖고, 정상 난자는 X를 가짐

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

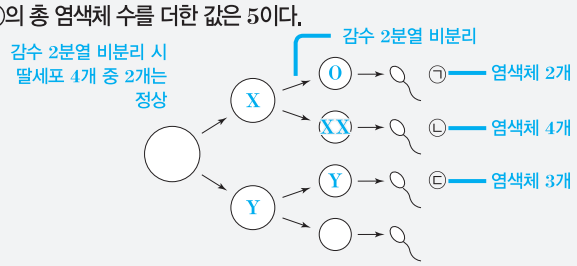
- 감수 1분열에서 성염색체 비분리가 일어나 형성된 ㉠과 ㉡에서 ㉠은 핵상이 $n-1$이므로 성염색체를 갖지 않는다.
- ㉡은 핵상이 $n+1$이므로 성염색체를 2개 가진다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 남자에서 정상 정자가 형성되면 정자는 성염색체로 X 또는 Y를 1개 갖는다. 그러나 감수 1분열 과정에서 성염색체 비분리가 일어나 형성된 정자는 성염색체를 갖지 않거나 성염색체로 X, Y를 모두 갖는다. ㉠은 핵상이 $n-1$이므로 정상 생식세포보다 염색체가 1개 적고, 성염색체를 갖지 않는다.
ㄴ. ㉡은 핵상이 $n+1$이므로 정상보다 성염색체가 1개 더 많고, 성염색체로 X와 Y를 모두 갖는다.
ㄷ. 터너 증후군 환자의 염색체 구성은 $2n-1=44+X$이므로 성염색체로 X를 1개만 갖는다. 성염색체로 X와 Y를 모두 갖는 ㉡과 성염색체로 X를 갖는 정상 난자가 수정되어 태어난 아이는 성염색체 구성이 XXY이고, 이 아이는 클라인펠터 증후군을 나타낸다.

02 정답 ④ * 염색체 비분리 ····· [정답률 58%]

그림은 어떤 동물($2n=6$)의 정자 형성 과정을 나타낸 것이다. 이 동물의 성염색체는 XY이고, 정자 형성 과정에서 성염색체 비분리가 1회 일어났다. 정자 ㉠~㉢ 각각의 총 염색체 수는 서로 다르고, ㉡의 X 염색체 수와 ㉢의 총 염색체 수를 더한 값은 5이다.



이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

[보기]

ㄱ. 성염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.
→ 성염색체 비분리가 감수 1분열에서 일어나면 ㉠, ㉡의 염색체 수는 같음
ㄴ. ㉠의 총 염색체 수는 2이다.
→ 상염색체만 2개 존재
ㄷ. ㉢의 Y 염색체 수는 1이다.
→ 상염색체 2개, Y 염색체 1개 존재

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

1st 염색체 비분리가 일어난 시기 추론하기

- 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어나면 염색체 수가 $n+1$ 또는 $n-1$인 딸세포가 형성된다.
- 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어나면 염색체 수가 n, $n+1$, $n-1$인 딸세포가 형성된다.
- 만약 감수 1분열에서 비분리가 일어났다면 ㉠과 ㉡의 총 염색체 수는 같아야 한다. ㉠~㉢ 각각의 총 염색체 수가 다르다고 하였으므로 감수 2분열에서 비분리가 일어났음을 알 수 있다.
- 또한 ㉠과 ㉡ 형성 시 감수 2분열에서 정상 분리되면 ㉠과 ㉡의 염색체 수는 같아진다. 따라서 ㉠과 ㉡ 형성 시 감수 2분열에서 비분리가 일어났고, ㉢은 정상 분리되어 형성된 세포이다.

2nd ㉠, ㉡, ㉢의 염색체 수 확정하기

- ㉢은 정상적인 감수 분열에 의해 생성된 세포로 총 염색체 수는 3개이다. ㉡의 X 염색체 수와 ㉢의 총 염색체 수를 더한 값이 5라고 했으므로 ㉡에 X 염색체가 2개 있다. 따라서 ㉡의 총 염색체 수는 4, ㉠의 총 염색체 수는 2이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 성염색체 비분리가 감수 1분열에서 일어났다면 염색체 수가 딸세포 2개는 4, 나머지 2개는 2일 것이다. 그러나 ㉠~㉢ 각각의 총 염색체 수는 서로 다르다고 했으므로 성염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.
ㄴ. ㉢은 정상적인 감수 분열에 의해 생성된 세포로 총 염색체 수는 3개이다. ㉡의 X 염색체 수와 ㉢의 총 염색체 수를 더한 값이 5라고 했으므로 ㉡에 X 염색체가 2개 있다. 따라서 ㉡의 총 염색체 수는 4, ㉠의 총 염색체 수는 2이다.
ㄷ. ㉡에 X 염색체가 존재하므로 ㉢에는 Y 염색체가 존재한다.

03 정답 ② ∗ 염색체 비분리 ····· [정답률 57%]

다음은 영희네 가족의 어떤 유전병에 대한 자료이다.

아버지와 어머니가 각각 A와 a 중 한 가지만 가지는데, 자녀의 성별에 따라 형질이 다름 → X 염색체 유전

- 이 유전병은 정상 대립유전자 A와 유전병 대립유전자 a에 의해 결정되며, A는 a에 대해 완전 우성이다.
- 아버지와 어머니는 각각 A와 a 중 한 가지만 가진다.
- 표는 영희네 가족 구성원의 유전병 유무를 나타낸 것이다.

구분	아버지 (X^AY)	어머니 (X^aX^a)	오빠 (X^aY)	영희 (X^AX^a)	남동생 (X^AX^aY)
유전병	×	○	○	×	×

(○: 있음, ×: 없음)

- 감수 분열 시 ㉠염색체 비분리가 1회 일어나 형성된 정자가 정상 난자와 수정되어 남동생이 태어났으며, 남동생의 성염색체는 XXY이다.

유전병에 대해 정상이면서 XXY이므로 X^AX^aY

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 다른 돌연변이는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. 이 유전병 유전자는 ~~상염색체~~에 있다.
→ 유전병 유전자는 X 염색체에 위치

ㄴ. 오빠와 남동생의 체세포 1개당 a의 상대량은 같다.
→ 오빠는 X^aY, 남동생은 X^AX^aY로 체세포 1개당 a의 상대량이 같음

ㄷ. ㉠은 ~~감수 2분열에서~~ 일어났다.
→ 남동생이 아버지에게 X^AY를 받았으므로 ㉠은 감수 1분열에서 일어남

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

1st 유전병 분석하기

- 아버지와 어머니가 각각 한 종류의 유전자만 가지고 있는데, 오빠와 영희의 유전병에 대한 형질이 다르게 나타났다. 만약 상염색체 유전이라면 자녀 모두 유전자형이 같아 표현형도 같아야한다. 따라서 유전병 유전자는 X 염색체 위에 있다.
- 아버지와 어머니로부터 각각 다른 유전자를 받은 영희는 유전자형이 Aa로 이형 접합성이며, 유전병이 나타나지 않으므로 정상 형질이 유전병에 대해 우성이라는 것을 파악해야 한다.

2nd 염색체 비분리가 일어난 시기 추론하기

- 남동생은 XXY인 클라인펠터 증후군인데, 유전병이 발현되지 않은 것은 아버지의 감수 1분열에서 비분리가 일어나 유전병에 대한 정상 유전자 A와 Y를 받은 것으로 판단할 수 있다.
- 남동생은 어머니에게서 유전병 유전자 a를 받았으나 유전병 유전자 a가 정상에 대해 열성이기 때문에 아버지에게서 받은 정상 유전자 A가 발현된 것이다.

| 보기 분석 |

꿀팁

ㄱ. 유전병 유전자가 상염색체에 있다면 형질이 서로 다른 아버지와 어머니가 각각 A와 a 중 하나의 유전자만 가질 때 자손의 형질은 모두 같아야 한다. 하지만 아들과 딸의 형질이 다른 것은 유전병 유전자가 X 염색체에 위치하기 때문이다. 또한 딸에게서 나타난 아버지의 형질이 우성임을 알 수 있다.

ㄴ. 오빠는 어머니에게서 a가 있는 X 염색체를 받고, 아버지에게서 Y 염색체를 받았다. 또한 남동생은 어머니에게서 a가 있는 X 염색체를 받고, 아버지에게서 A가 있는 X 염색체와 Y 염색체를 받았다. 따라서 오빠와 남동생의 체세포 1개당 a의 상대량은 같다.

ㄷ. ㉠에 의해 형성된 정자에 X 염색체와 Y 염색체가 모두 들어 있다. X 염색체와 Y 염색체는 생식세포 분열 과정에서 상동 염색체처럼 행동하는데, 이들 염색체가 나누어지지 않았다는 것은 감수 1분열에서 비분리가 일어났음을 의미한다.

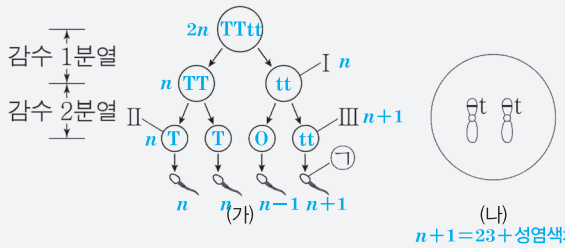
문제 풀이 Tip

클라인펠터 증후군이 태어나는 경우

감수 1분열 또는 감수 2분열 비분리로 형성된 난자 XX와 정상 정자 Y가 수정되는 경우, 정상 난자 X와 감수 1분열 비분리로 형성된 정자 XY가 수정될 경우 태어날 수 있다.

04 정답 ③ ∗ 염색체 비분리 ····· [정답률 60%]

그림 (가)는 유전자형이 Tt인 어떤 남자의 정자 형성 과정을, (나)는 세포 Ⅲ에 있는 21번 염색체를 모두 나타낸 것이다. (가)에서 염색체 비분리가 1회 일어났고, Ⅰ은 중기의 세포이다.



n+1=23+성염색체

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

[보기]

ㄱ. Ⅰ과 Ⅱ의 성염색체 수는 같다.
→ Ⅰ과 Ⅱ의 성염색체 수는 각각 1개로 같음

ㄴ. (가)에서 염색체 비분리는 ~~감수 1분열~~에서 일어났다.
→ (가)에서 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어남

ㄷ. ㉠과 정상 난자가 수정되어 아이가 태어날 때, 이 아이는 다운 증후군의 염색체 이상을 보인다.
→ 이 아이는 21번 염색체가 3개이므로 다운증후군의 염색체 이상을 보임

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 유전자형이 Tt로 이형 접합성인 세포에서 생식세포 분열 중 비분리가 일어날 경우 감수 1분열에서 비분리가 일어나면 상동 염색체가 비분리 되어 $n-1(0)$, $n-1(0)$, $n+1(Tt)$, $n+1(Tt)$인 생식세포를 가지게 된다.
- 반면 감수 2분열에서 비분리가 일어나면 염색 분체가 비분리 되어 n, n, $n+1$, $n-1$인 생식세포를 가지게 되며 이때 $n+1$인 세포는 TT 또는 tt를 가진다.
- 세포 Ⅲ은 tt를 가지므로 감수 2분열에서 비분리가 일어난 세포이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. Ⅰ과 Ⅱ의 핵상은 둘 다 n으로 성염색체 수는 각각 1개로 같다.

ㄴ. 감수 1분열에서 21번 염색체에서 상동 염색체의 비분리가 일어나면 딸세포의 유전자형은 Tt가 된다. 하지만 세포 Ⅲ에는 유전자 t를 갖는 21번 염색체만 2개 들어있으므로 상동 염색체가 아니라 염색 분체가 비분리 되었다. 즉 감수 2분열에서 비분리가 일어났음을 유추할 수 있다.

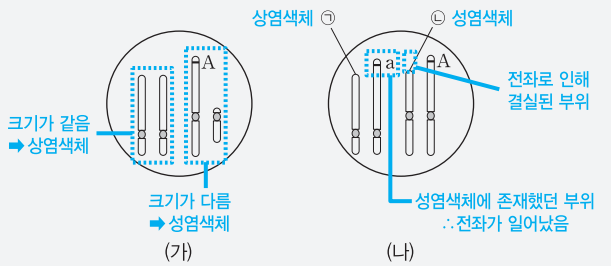
ㄷ. 21번 염색체를 2개 갖는 ㉠과 정상 난자가 수정되어 태어난 아이는 21번 염색체를 3개 가지므로 다운 증후군의 염색체 이상을 보인다.

∗ 염색체 비분리에 따른 생식세포의 핵상

구분	감수 1분열에서 비분리	감수 2분열에서 비분리
핵상	$n-1$, $n-1$, $n+1$, $n+1$	n, n, $n-1$, $n+1$

05 정답 ② ∗ 염색체의 구조 이상 ····· [정답률 64%]

그림은 어떤 동물에서 정상 핵형을 가진 수컷의 세포 (가)와 염색체 구조 이상이 일어난 암컷의 세포 (나) 각각에 들어 있는 상염색체와 성염색체를 한 쌍씩 나타낸 것이다. A와 a는 서로 대립유전자이다.



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 염색체 구조 이상은 1회만 일어났으며, 제시된 자료 이외의 염색체와 돌연변이는 고려하지 않는다.)

[보기]

ㄱ. ㉠과 ㉡은 상동 염색체이다.
→ 동원체의 위치가 다르므로 ㉠과 ㉡은 비상동 염색체

ㄴ. (나)에는 중복이 일어난 염색체가 존재한다.
→ 두 상동 염색체 사이의 전좌

ㄷ. (나)에는 성염색체에 있는 대립유전자 a가 상염색체로 전좌된 염색체가 있다.
→ 성염색체의 대립유전자 a가 비상동 염색체로 전좌

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 염색체의 구조 이상에는 중복, 결실, 역위, 전좌가 있으며, 이 중 전좌는 염색체의 일부가 상동이 아닌 다른 염색체에 결합하는 현상이다.
- 동물에서 성염색체는 성을 결정하는 데 관여하며, 성별에 따라 가지고 있는 조합이 다르다.
- 따라서 (가)에서 A가 존재하는 염색체는 다른 염색체와 크기가 다르므로 A와 a가 존재하는 염색체는 성염색체이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 상동 염색체는 각각 부모로부터 하나씩 물려받으며, 크기와 모양이 같다. 그런데 ㉠과 ㉡은 크기와 모양(동원체의 위치)이 다르므로 상동 염색체가 아니다. ← 주의

ㄴ. 염색체 구조 이상은 1회만 일어났으며, (나)에는 이미 전좌가 일어난 염색체가 들어 있으므로 중복이 일어난 염색체는 들어 있지 않다.

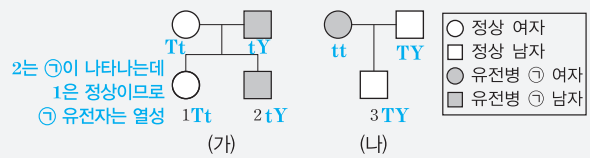
ㄷ. (나)에는 (가)에 비해 크기가 다른 염색체가 들어 있으며, 특히 성염색체에 존재했던 대립유전자 a가 상염색체로 전좌된 돌연변이 염색체가 들어 있다.

∗ 염색체 구조 이상

결실	염색체의 일부가 없어진 경우
중복	염색체의 일부가 반복하여 더 있는 경우
역위	염색체의 일부가 거꾸로 붙은 경우
전좌	염색체의 일부가 상동이 아닌 다른 염색체에 붙은 경우

06 정답 ⑤ ∗ 성염색체 비분리 ····· [정답률 58%]

다음은 가족 (가)와 (나)의 유전병 ㉠에 대한 자료이다.



- ㉠은 대립유전자 T와 t에 의해 결정되며, T는 t에 대해 완전 우성이다.
- (가)와 (나)에서 가족 구성원의 핵형은 모두 정상이다.
- 1과 2의 체세포 1개당 t의 DNA 상대량은 같다. 상염색체에 있다면 표현형이 같아야 함 → X 염색체에 위치 / 여자는 발현 ×, 남자는 발현 ○
- 난자 ⓐ와 정자 ⓑ가 수정되어 3이 태어났으며, ⓐ와 ⓑ의 형성 과정 중 염색체 비분리는 각각 1회씩 일어났다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. ㉠은 우성 형질이다. → ㉠은 열성 형질

ㄴ. ⓐ에는 성염색체가 없다.
→ 3은 성염색체가 없는 난자와 성염색체가 모두 있는 정자의 수정에 의해 태어남

ㄷ. ⓑ가 형성될 때 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.
→ 감수 1분열 염색체 비분리면 XY인 정자 형성

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

1st ㉠이 상염색체 유전인지 X 염색체 유전인지 파악하기

- 만약 ㉠이 상염색체 유전이라면 1과 2의 체세포 1개당 t의 DNA 상대량이 같으므로 1과 2는 유전자형이 같아 표현형이 같을 것이다.
- 여자인 1과 남자인 2의 체세포 1개당 t의 DNA 상대량이 같은데, 표현형이 서로 다르므로 T와 t는 X 염색체에 있다는 것을 알 수 있다.

2nd ㉠의 우열 관계 파악하기

- 만약 ㉠이 우성 형질이라면 남자 구성원 2는 ㉠이 발현되므로 어머니도 ㉠이 발현되어야 하는데, 어머니는 ㉠이 발현되지 않았으므로 모순이다. 따라서 ㉠은 열성 형질이다.

3rd 염색체 비분리가 일어난 시기 추론하기

- 가족 (나)에서 3의 어머니는 tt, 아버지는 TY이다. 따라서 아들인 3은 어머니로부터 t, 아버지로부터 Y를 받아 tY가 되고 ㉠이 나타나야하는데 정상이므로 부모의 생식세포 형성 시 비분리가 일어났음을 알 수 있다.
- 가족 구성원의 핵형은 정상이라고 하였으므로 3의 유전자형은 TY이다. 유전자형이 TY가 되기 위해선 ⓑ 형성 시 감수 1분열에서 비분리가 일어나 TY를 갖는 정자가 형성되어야 하고, ⓐ 형성 시 어느 시기에 비분리가 일어났는지 알 수 없지만 성염색체를 갖지 않는 난자가 형성되어야 한다. 염색체 비분리로 형성된 ⓐ와 ⓑ가 수정되어 성염색체 TY를 갖는 3이 태어날 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 정상에 대해 열성이다.

ㄴ. 3의 어머니는 t 유전자를 가진 X 염색체를 2개 갖고, 아버지는 T 유전자를 가진 X 염색체 하나와 Y 염색체를 가진다. 어머니로부터 t 유전자를 물려받았다면 남자인 3은 ㉠이어야 하나 정상이므로 어머니로부터 성염색체를 물려받지 않았음을 알 수 있다. 따라서 ⓐ에는 성염색체가 없다.

ㄷ. 3의 핵형이 정상이므로 아버지로부터 X 염색체와 Y 염색체를 모두 물려받고, 어머니로부터 성염색체를 물려받지 않았음을 알 수 있다. 이는 ⓑ가 형성될 때 상동 염색체 XY가 감수 1분열에서 비분리되었기 때문이다.

P 생태계의 구성과 기능

내신 대비 필수 문제 문제편 200~203p

01 정답 ⑤ * 생태계의 구성 요소 ····· [정답률 92%]

| 문제+자료 분석 |

- (가) 개체: 생존에 필요한 구조적, 기능적 특징을 갖춘 독립된 하나의 생물체이다.
- (나) 개체군: 일정한 지역에서 같은 종의 개체들이 무리를 이루어 생활하는 집단이다.
- (다) 군집: 일정한 지역에 모여 생활하는 여러 개체군들의 집합이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 독립된 구조와 기능을 가지고 생활하는 하나의 생명체인 개체이다.
ㄴ. 일정한 지역에 같은 종의 생물이 무리를 이루어 생활하는 집단을 개체군이라고 하므로, 개체군 (나)는 동일한 종으로 구성된다.
ㄷ. 군집 (다)는 같은 지역에 여러 종류의 개체군이 모여 생활하는 것을 말한다.

02 정답 ③ * 생태계의 구성 요소 ····· [정답률 74%]

| 문제+자료 분석 |

- (가) 개체군: 같은 종으로 이루어진 생물 집단이다.
- (나) 생태계: 생산자, 소비자, 분해자 등의 생물적 요인과 빛, 흙, 물 등 비생물적 환경 요인을 모두 포함한다.
- (다) 군집: 여러 종류의 개체군으로 이루어진 생물 집단이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 하나의 생물종으로만 구성되어 있는 개체군이다.
ㄴ. 분해자는 생물적 요인에 해당한다.
ㄷ. (다)는 군집으로 여러 종류의 (가)(개체군)로 이루어진 집단이다.

03 정답 ⑤ * 온도와 생물의 관계 ····· [정답률 80%]

| 문제+자료 분석 |

- 하나의 개체군은 동일한 종으로 구성된다. 온도는 생태계 구성 요소 중 비생물적 환경 요인에 해당한다.
- 지구 온난화로 인해 수컷 바다거북의 비율이 감소된 것은 지구 온난화가 생물에 영향을 주는 예이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 어떤 바다거북 개체군(㉠)은 동일한 종으로 구성된다.
ㄴ. 온도(㉡)는 생태계 구성 요소 중 비생물적 요인에 해당한다.
ㄷ. 지구 온난화로 인해 수컷 바다거북의 비율이 감소(㉢)된 것은 지구 온난화가 생물에 영향을 주는 예이다.

04 정답 ③ * 생태계의 구성 요소와 상호 작용

| 문제+자료 분석 |

- 바다의 깊이에 따라 도달하는 빛의 파장이 달라 서식하는 해조류의 종류가 다르다.
- 생태계는 생물적 요인과 비생물적 요인으로 구분된다. 생태계 구성 요소 간의 관계에는 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 작용(㉠)과 생물 상호 간에 서로 영향을 주고받는 상호 작용(㉡) 등이 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 녹조류는 적색광을 흡수하여 광합성을 하므로 생산자이다.
ㄴ. 빛의 파장은 비생물적 요인이고 녹조류의 분포는 생물적 요인의 변화이므로 빛의 파장이 녹조류의 분포에 영향을 주는 것은 작용(㉠)이다.
ㄷ. ㉡은 개체군 간의 상호 작용으로, 다른 종 사이의 상호 작용에 해당한다.

05 정답 ⑤ * 생태계 구성 요소 ····· [정답률 81%]

| 문제+자료 분석 |

- 생태계는 생물 군집을 둘러싸고 있는 환경을 의미하는 비생물적 요인과 생산자, 소비자, 분해자의 생물적 요인으로 구성된다. 비생물적 요인과 생물적 요인은 서로 영향을 주고 받는다.
- ㉠은 생물적 요인이 비생물적 요인에 미치는 영향이고, ㉡은 비생물적 요인이 생물적 요인에 미치는 영향이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 생태계 구성 요소에는 생물적 요인과 비생물적 요인이 있다. 햇빛은 무기 환경 요소 중 하나로 비생물적 요인이므로 생태계 구성 요소에 포함된다.
ㄴ. 분해자는 생물적 요인에 해당하며 세균, 곰팡이 등이 분해자에 해당한다.
ㄷ. 식물은 생물적 요인에 해당하고, 토양은 비생물적 요인이다. 식물의 낙엽으로 인해 토양이 비옥해지는 것은 생물적 요인이 비생물적 요인에게 영향을 미치는 ㉠에 해당한다.

06 정답 ③ * 생태계 구성 요소 간의 관계 ····· [정답률 78%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠: 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 반작용이다.
- ㉡: 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 작용이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 생물적 요인인 지렁이가 비생물적 요인인 토양에 영향을 주는 ㉠의 예이다.
ㄴ. (나)는 비생물적 요인인 대기 중 산소 농도가 생물적 요인인 사람에게 영향을 주는 ㉡의 예로, 비생물적 요인은 공기이다.
ㄷ. 개구리가 겨울잠을 자는 것은 비생물적 요인인 온도가 생물적 요인인 개구리에게 영향을 주는 ㉡의 예이다.

07 핵심 키워드: 빛의 파장, 광합성

모범 답안 빛은 파장에 따라 투과율이 다르기 때문에 바다의 깊이에 따라 각 파장의 빛을 가장 잘 흡수하는 해조류의 분포가 다르게 나타난다.

| 문제+자료 분석 |

- 녹조류는 주로 적색광을 잘 흡수하고 홍조류는 주로 청색광을 잘 흡수하여 광합성을 한다.
- 빛은 파장에 따라 투과율이 다른데 파장이 짧은 청색광은 적색광보다 더 깊이 투과된다. 이러한 까닭으로 녹조류는 바다 얕은 곳에 주로 서식하고 홍조류는 바다 깊은 곳까지 분포한다.

*** 채점 기준**

빛의 파장에 따른 투과율 차이와 해조류의 분포를 연관 지어 옳게 서술한 경우	100 %
빛의 투과율이 다르다고만 서술한 경우	30 %

08 정답 ④ * 빛의 세기와 생물의 관계

| 문제+자료 분석 |

- 강한 빛에 적응한 양지 식물(㉠)은 약한 빛에 적응한 음지 식물(㉡)보다 보상점과 광포화점이 높다.

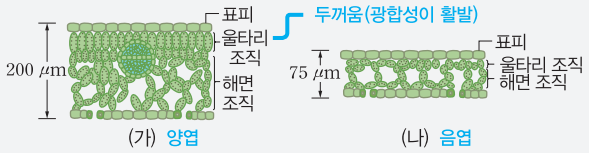
| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 양지 식물, ㉡은 음지 식물이다.

ㄴ. 광합성량과 호흡량이 같아지는 빛의 세기인 보상점은 ㉠이 ㉡보다 높으며, 광합성량이 최대가 되는 최소한의 빛의 세기인 광포화점도 ㉠이 ㉡보다 높다.

ㄷ. 식물 ㉠의 보상점보다는 낮고 식물 ㉡의 보상점보다는 높은 빛 A에서는 식물 ㉠이 죽게 되나 식물 ㉡은 잘 자라므로 빛의 세기가 A일 때 생존 능력이 높은 것은 식물 ㉡이다.

09 정답 ⑤ * 빛의 세기와 생물의 관계



| 문제+자료 분석 |

- 강한 빛을 받는 (가)(양엽)은 약한 빛을 받는 (나)(음엽)보다 울타리 조직이 더 발달하여 잎이 두껍고 좁으며, 광합성이 더 활발한다.

| 보기 분석 |

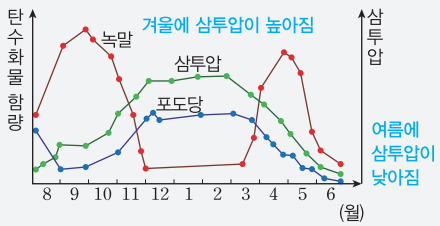
ㄱ. 양엽은 음엽보다 두껍게 발달되어 있으므로 (가)가 양엽이다.

ㄴ. 광합성이 활발한 울타리 조직은 양엽(가)이 음엽(나)보다 더 발달되어 있다.

ㄷ. 빛의 세기가 강한 곳에서 양엽, 빛의 세기가 약한 곳에서 음엽이 발달하므로 양엽과 음엽에 영향을 미친 환경 요인은 빛의 세기이다.

* 빛의 세기와 잎의 두께
  - 빛을 많이 받는 양엽은 광합성이 활발한 울타리 조직이 발달하여 빛을 적게 받는 음엽보다 두껍다.
  - 약한 빛을 받는 음엽은 빛을 잘 흡수하기 위해 얇고 넓게 발달한다.

10 정답 온도



- 겨울: 녹말 함량이 낮아지고 포도당의 함량이 높아져 삼투압이 높아진다.
- 여름: 녹말 함량이 높아지고 포도당의 함량이 낮아져 삼투압이 낮아진다.

| 문제+자료 분석 |

- 식물은 온도가 낮아지는 추운 겨울에 어는 것을 방지하기 위하여 녹말을 분해하여 세포 내 포도당의 농도를 높인다. 그렇게 되면 삼투압이 증가하게 되며 어는점이 내려가 세포가 어는 것을 방지할 수 있다.
- 따라서 이는 저온 환경에 적응하기 위한 현상으로, 관련된 환경 요인은 온도이다.

11 정답 ③ * 온도와 생물의 관계

| 문제+자료 분석 |

- 생물은 서식지의 온도에 따라 여러 가지 적응 현상을 나타낸다.
- 위도에 따라 펭귄에 몸 길이와 체중이 차이가 나는 것은 온도에 적응하기 위한 현상이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 위도가 높을수록 추운 지역이며, 위도가 높은 지역에 사는 펭귄일수록 몸 길이는 길다.

ㄴ. 황제펭귄의 몸집이 갈라파고스펭귄보다 큰 것은 열 방출을 많이 하기 위한 것이 아니라 체형이 클수록 $\frac{\text{체표면적}}{\text{부피}}$의 값이 작아져서 열 발생량에 대한 열 방출량의 비율이 줄어들어 저온 환경에 더 잘 적응할 수 있기 때문이다.

ㄷ. 위도에 따라 펭귄의 몸 길이에 차이가 나는 것은 온도가 다른 지역의 환경에 적응하기 위한 현상이다.

12 정답 ③ * 온도와 생물의 관계

| 문제+자료 분석 |

- (가)는 북극여우, (나)는 붉은여우, (다)는 사막여우이다.
- 각각 사는 지역의 온도에 적응하기 위해 몸의 말단 부위가 다른 형태로 발달한 경우이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 여우의 귀 크기에 영향을 미친 환경 요인은 온도이다.

ㄴ. 추운 지역에 사는 여우일수록 몸집의 크기는 커지므로 몸집의 크기는 (가)>(나)>(다) 순이다.

ㄷ. 여우는 주로 귀를 통해 몸의 열을 방출하므로 귀의 크기가 큰 (다)가 (가)보다 귀를 통해 몸의 열을 더 잘 방출한다.

13 핵심 키워드: 온도, 체표면적, 부피

모범 답안 $\frac{\text{체표면적}}{\text{부피}}$의 값은 토끼 B가 A보다 크다. 이것은 열 발생량에 대한 열 방출량의 비율을 높여서 고온 환경에 적응하기 위해서이다.

| 문제+자료 분석 |

- 토끼 A는 한대 지방에 서식하는 토끼이고, B는 열대 지방에 서식하는 토끼이다. 추운 환경에 서식하는 A는 체내 열 발생량을 높이고 열 방출량을 줄이는 적응 현상을 보이고, B는 열 발생량을 줄이고 열 방출량을 높이는 적응 현상을 보인다.
- 이로 인해 토끼 A는 몸집이 크고 몸의 말단 부위가 작은 반면 토끼 B는 몸집이 작고 몸의 말단 부위가 크다.

*** 채점 기준**

값이 큰 쪽을 쓰고, 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
값이 큰 쪽만 쓴 경우	30 %

14 정답 (가): 온도, (나): 물, (다): 토양

| 문제+자료 분석 |

- (가): 호랑나비의 계절형은 온도의 영향 때문이다.
- (나): 곤충의 몸 표면을 덮는 키틴질은 물의 증발을 막기 위한 것이다.
- (다): 척박한 토양에 사는 식물이 비옥한 지역에 사는 식물보다 적은 양분으로도 더 잘 자라는 것은 토양의 양분 부족에 대한 적응 현상이다.

15 정답 ① * 물과 생물의 관계

| 문제+자료 분석 |

- 물은 생물의 몸을 구성하는 성분 중 가장 많은 비율을 차지하므로, 생물의 생명 유지에 매우 중요하다.

| 선택지 분석 |

① 가을보리의 종자를 심은 후 일정 기간 겨울을 지나야 꽃을 피울 수 있는 것은 저온 환경이 가을보리의 개화에 영향을 미치는 현상이다.
② 육상 동물의 피부 발달은 물과 관련된 특징이다.
③ 선인장은 사막에서 자랄 수 있도록 잎이 가시로 변하고 저수 조직이 발달하였다.
④ 암모니아 형태로 배설하기 위해서는 물이 많이 소비되기 때문에 수중 동물은 암모니아 형태로 배설한다. 육상 동물은 물이 덜 소비되는 요산이나 요소의 형태로 배설한다.
⑤ 키틴질의 껍질은 물의 증발을 막아주는 역할을 한다.

16 핵심 키워드: 공기, 고산 지대, 산소, 적혈구

모범 답안 공기, 고산 지대는 산소가 희박하기 때문에 고산 지대에 사는 사람은 저지대에 사는 사람에 비해 산소를 운반하는 적혈구 수가 많아 산소를 효율적으로 운반한다.

| 문제+자료 분석 |

- 적혈구는 산소를 운반하여 세포에 공급하는 역할을 한다. 고산 지대는 산소가 희박하므로 산소 공급이 줄어들 수 있다. 이 환경에 사는 사람은 정상적으로 산소를 공급하기 위하여 적혈구 수가 저지대에 사는 사람보다 많다.

＊채점 기준

환경 요인을 쓰고, 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
환경 요인만 옳게 쓴 경우	30 %

17 정답 ⑤ * 환경과 생물의 관계

| 문제+자료 분석 |

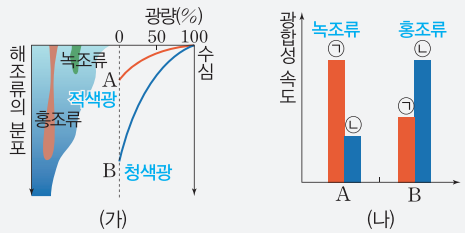
- 낙타의 코 내부는 주름진 구조로 되어 있어서 효율적으로 수분 손실을 줄일 수 있는 것은 비생물적 요인인 물이 생물인 낙타에 미치는 영향이다.

| 선택지 분석 |

① 낙타는 생태계의 생물적 요인, 사막 환경의 수분은 비생물적 요인에 해당한다.
② 비생물적 요인인 수분이 생물적 요인인 낙타에 영향을 미친 것이므로 생태계 구성 요소 간의 관계 중 작용에 해당한다.
③ 낙타의 코는 수분 손실을 줄임으로써 수분이 적은 환경에서도 오래 생존할 수 있도록 적응하였다.
④ 선인장의 잎이 가시로 변한 것은 수분이 부족한 환경에서 체내 수분의 증발을 막기 위해 적응한 것으로 문제의 낙타와 같은 환경 요인(물)의 영향을 받았다.
⑤ 가을보리가 추운 겨울을 보낸 후 꽃을 피우는 것은 춘화 현상으로, 온도의 영향을 받은 것이다.

내신 1등급 문제 문제편 203p

18 정답 ① * 빛과 생물의 관계



- 얕은 바다에는 적색광(A)을 이용하는 녹조류 분포
- 깊은 바다에는 청색광(B)을 이용하는 홍조류 분포

| 문제+자료 분석 |

- (가): 해조류의 분포와 수심에 따른 광량을 나타낸 것이다. 녹조류는 바다 얕은 곳에 분포하고 홍조류는 바다 깊은 곳까지 분포한다. A는 B보다 투과율이 낮은 빛이므로 A는 적색광이고 B는 청색광이다.
- (나): ㉠은 적색광을 더 잘 흡수하고 ㉡은 청색광을 더 잘 흡수하므로 ㉠은 녹조류, ㉡은 홍조류이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 바닷물에서 투과율이 낮은 A는 파장이 긴 적색광, 투과율이 높은 B는 파장이 짧은 청색광이다. 적색광(A)이 ㉠에 더 잘 흡수되는 것으로 보아 ㉠은 녹조류이고, 청색광(B)이 ㉡에 더 잘 흡수되는 것으로 보아 ㉡은 홍조류이다.
ㄴ. ㉠은 녹조류이고 ㉡은 홍조류이므로 ㉡이 ㉠보다 수심이 더 깊은 곳까지 분포한다.
ㄷ. 파장이 짧을수록 물속에서 더 깊이 투과하므로 B(청색광)는 A(적색광)보다 파장이 짧다.

19 정답 ③ * 빛과 생물의 관계

| 문제+자료 분석 |

- (가)와 (나)에 비춰진 빛은 '연속적인 빛 없음' 기간의 길이가 ⓐ 이하이다.
- (가)와 (나) 조건에서 식물 A는 모두 꽃을 피웠으므로 식물 A는 장일 식물이다.
- (다)는 '연속적인 빛 없음' 기간의 길이가 ⓐ 이하이고 (라)는 ⓐ 이상이다. (다)에서 식물 B는 개화하지 않았고 (라)에서 개화했으므로 식물 B는 단일 식물이다.

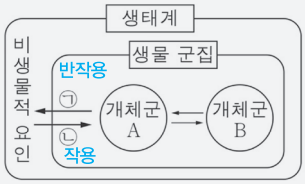
| 보기 분석 |

ㄱ. (가)와 (나)에서 '연속적인 빛 없음' 기간의 길이가 ⓐ 이하인 조건에서 꽃을 피우는 A는 장일 식물이다.
ㄴ. '연속적인 빛 없음' 기간의 길이가 ⓐ보다 길면 단일 식물이 개화하고, 짧으면 장일 식물이 개화한다. 단일 식물인 B는 (마)에서 '연속적인 빛 없음' 기간의 길이가 ⓐ보다 길므로 개화한다.
ㄷ. ⓐ 이하의 '연속적인 빛 없음' 기간에서 꽃이 피는 A는 장일 식물이다. 따라서 A는 ⓐ보다 '연속적인 빛 없음' 기간의 길이가 짧아지면 개화한다.

수능 대비 기출 문제 문제편 205p

01 정답 ③ * 생태계 구성과 기능 ····· [정답률 89%]

그림은 생태계를 구성하는 요소 사이의 상호 관계를, 표는 상호 관계 (가)와 (나)의 예를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 ㉠과 ㉡을 순서 없이 나타낸 것이다.



상호 관계	예
(가) 작용	빛의 파장에 따라 해조류의 분포가 달라진다.
(나) 반작용	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. 개체군 A는 동일한 종으로 구성된다.
→ 개체군은 일정한 서식처의 같은 종에 속하는 개체들의 집단

ㄴ. (가)는 ㉠이다.
→ (가)는 비생물이 생물에 영향을 주는 ㉡(작용)의 예

ㄷ. 지렁이에 의해 토양의 통기성이 증가하는 것은 (나)의 예에 해당한다. → 생물이 비생물에 영향을 주는 것으로 (나) 반작용의 예

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 반작용: 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 주는 것이다.
- ㉡ 작용: 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 주는 것이다.
- (가): 비생물적 요인인 빛의 파장이 생물적 요인인 해조류에 영향을 주는 것으로 ㉡(작용)의 예이다.
- (나): ㉠(반작용)으로 지렁이와 같은 생물적 요인이 토양 등 비생물적 요인에 영향을 주는 것이 이에 해당한다.

| 보기 분석 |

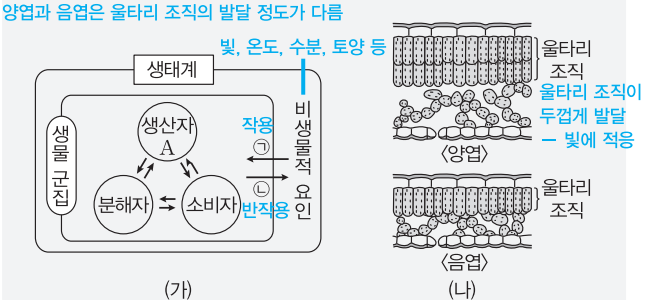
ㄱ. 개체군은 일정한 서식처에 살고 있는 같은 종에 속하는 개체들의 집단을 말한다. 개체군 A, 개체군 B 각각은 동일한 종으로 구성된다.

ㄴ. 빛의 파장은 비생물적 요인이며 해조류의 분포는 생물적 요인이다. 빛의 파장에 따라 해조류의 분포가 달라지는 것은 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 주는 것으로 ㉡(작용)의 예이다.

ㄷ. 지렁이는 생물적 요인이며 토양의 통기성은 비생물적 요인이다. 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 주는 것은 (나) 반작용의 예에 해당한다.

02 정답 ① * 생태계의 구성 요소 ····· [정답률 73%]

그림 (가)는 생태계를 구성하는 요소들 사이의 관계를, (나)는 어떤 식물에서 양엽과 음엽의 단면 구조를 나타낸 것이다.
양엽과 음엽은 울타리 조직의 발달 정도가 다름



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. 곰팡이는 분해자이다. → 곰팡이는 유기물을 분해하는 분해자

ㄴ. ㉠은 반작용이다.
→ ㉠은 비생물적 요인이 생물 군집에 영향을 주는 작용

ㄷ. (나)에서 빛이 양엽과 음엽의 울타리 조직 두께에 영향을 주는 것은 ㉡에 해당한다.
→ 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 것은 작용(㉠)에 해당

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 작용: 비생물적 요인이 생물 군집에 영향을 주는 것이다.
- ㉡ 반작용: 생물 군집이 비생물적 요인에 영향을 주는 것이다.
- **생물 군집**: 에너지를 획득하는 방법에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 나뉜다.

| 보기 분석 |

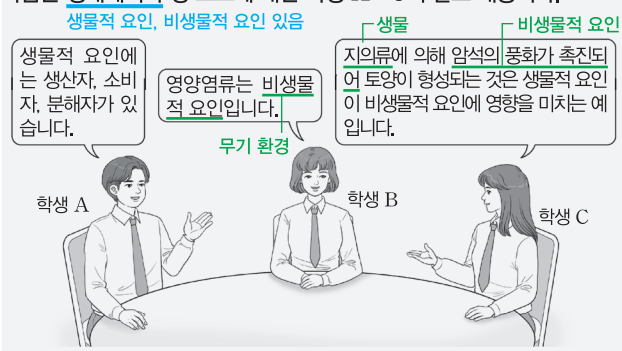
ㄱ. 곰팡이는 생물 군집 중 분해자에 해당한다. 분해자는 유기물이나 사체를 분해하여 에너지를 얻는 생물을 의미하는데, 곰팡이 외에도 버섯이나 세균 등이 분해자에 해당한다.

ㄴ. ㉠은 환경에 의해 생물 군집이 영향을 받는 작용을 의미한다. 생물체가 환경에 적응하여 형태나 습성을 변화시키는 것은 모두 작용의 예가 될 수 있다.

ㄷ. (나)에서 양엽과 음엽은 울타리 조직의 두께에 차이가 있다. 빛을 많이 받는 양엽은 울타리 조직이 발달하여 광합성이 활발하게 일어날 수 있도록 적응되었다. 상대적으로 음엽은 울타리 조직이 잘 발달하지 않았다. 이는 식물의 잎이 빛의 세기에 적응하여 나타낸 것으로 작용(㉠)에 해당한다.

03 정답 ⑤ * 생태계 구성 요소 ····· [정답률 90%]

다음은 생태계의 구성 요소에 대한 학생 A~C의 발표 내용이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

① A ② C ③ A, B ④ B, C ⑤ A, B, C

| 문제+자료 분석 |

- 생태계의 구성 요소에는 생물적 요인과 비생물적 요인이 있다.
- 비생물적 요인은 생물 군집을 둘러싸고 있는 무기 환경을 의미하며, 빛, 온도, 물, 토양, 공기 등이 있다.

| 선택지 분석 |

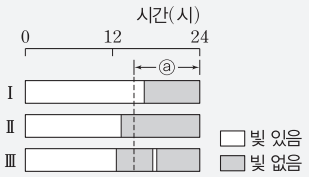
A. 생태계를 구성하는 생물적 요인에는 스스로 유기물을 합성하는 생산자, 먹이로부터 유기물을 얻는 소비자, 사체나 배설물에 포함된 유기물을 분해하는 분해자로 구성되어 있다.

B. 영양염류는 질소, 인 등의 염류로 생물적 요인이 아닌 비생물적 요인이다.

C. 지의류는 생물이고 암석의 풍화로 토양이 형성되는 것은 비생물적 요인이므로 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 미치는 것(반작용)의 예에 해당한다.

04 정답 ③ ＊일조 시간과 개화 ····· [정답률 82%]

일조 시간이 식물의 개화에 미치는 영향을 알아보기 위하여, A 종의 식물 ㉠~㉢에서 빛 조건을 달리하여 개화 여부를 관찰하였다. 그림은 조건 Ⅰ~Ⅲ을, 표는 Ⅰ~Ⅲ에서 ㉠~㉢의 개화 여부를 나타낸 것이다. ⓐ는 이 식물이 개화하는 데 필요한 최소한의 '연속적인 빛 없음' 기간이다.



단일 식물

조건	식물	개화 여부
Ⅰ	㉠	×
Ⅱ	㉡	○
Ⅲ	㉢	×

연속적인 빛 없음 기간이 짧음

(○: 개화함, ×: 개화 안 함)

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. A 종의 식물은 '연속적인 빛 없음' 기간이 ⓐ보다 길 때 개화한다.
→ 조건 Ⅰ에서 식물 ㉠이 개화하지 않았고, 식물 ㉡은 조건 Ⅱ에서 개화하였으므로 A 종의 식물은 ⓐ보다 길 때 개화

ㄴ. Ⅲ에서 '연속적인 빛 없음' 기간은 ⓐ보다 길다.
→ '연속적인 빛 없음' 기간은 ⓐ보다 짧음

ㄷ. 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 예이다. → '작용'의 예임

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 단일 식물은 '연속적인 빛 없음' 기간이 일정 시간 이상 지속될 때 개화하고, 장일식물은 '연속적인 빛 없음' 기간이 일정 시간 이하일 때만 개화한다.
- Ⅰ : ㉠은 ⓐ보다 암기의 지속 시간이 짧아 개화하지 않았다. 따라서 종 A가 단일 식물이라는 것을 알 수 있다.
- Ⅱ : ㉡은 ⓐ보다 암기의 지속 시간이 길기 때문에 개화하였다.
- Ⅲ : ㉢은 전체 암기 시간은 ⓐ보다 길지만 '연속적인 빛 없음' 기간이 ⓐ보다 짧다. 이 경우 개화되지 않았다.

| 보기 분석 |

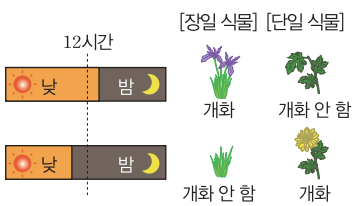
ㄱ. ㉠에서 개화가 일어나지 않고, ㉡에서 개화가 일어났으므로 A종의 식물은 '연속적인 빛 없음' 기간이 ⓐ보다 길 때 개화함을 알 수 있다.

ㄴ. Ⅲ에서 '연속적인 빛 없음' 기간은 ⓐ보다 짧은 경우 개화하지 않았다. Ⅲ에서 '연속적인 빛 없음' 기간이 ⓐ보다 짧음을 알 수 있다.

ㄷ. 빛은 비생물적 요인이고, A 종의 식물은 생물이므로 일조 시간에 따른 식물의 개화는 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 '작용'의 예이다. ← 주의

＊일조 시간

일조 시간이 길어지거나 짧아지는 변화에 따라 꽃이 피는 시기가 정해진다. 장일 식물은 봄과 초여름에 꽃이 피고, 단일 식물은 가을에 꽃이 핀다.



Q 개체군

내신 대비 필수 문제 문제편 210~212p

01 정답 ③ ＊개체군의 생장 곡선

| 문제+자료 분석 |

- (가) 이론적 생장 곡선: 먹이, 서식 공간 등의 제한이 없고, 생식 활동에 제약이 없는 환경에서 개체 수가 계속 늘어나 J자 모양을 나타낸다.
- (나) 실제 생장 곡선: 개체 수가 증가하다가 자원에 대한 개체 간의 경쟁이 심해지고, 노폐물이 축적되어 개체군의 생장이 억제되면서 개체 수가 더 이상 증가하지 않고 일정하게 유지되는 S자 모양을 나타낸다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 환경 저항이 없을 때는 개체군이 무한정으로 생장하여 이론적 생장 곡선인 (가)의 곡선을 나타낸다.

ㄴ. (나)의 경우 B에서가 A에서보다 개체 수가 많기 때문에 개체 간 경쟁은 A보다 B에서 높다.

ㄷ. (나)의 경우 단위 시간당 개체 수 증가율은 개체 수가 증가하고 있는 구간인 A가 개체 수의 변화가 없는 구간인 B보다 높다.

02 정답 ⑤ ＊개체군의 생장 곡선

| 문제+자료 분석 |

- 효모 개체군의 개체 수가 증가할수록 환경 저항이 증가하여 S자형 생장 곡선을 나타낸다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 수조에서 최대 600까지 늘어나므로 수조의 환경 수용력은 약 600이다.

ㄴ. 개체 수가 증가할수록 환경 저항도 커진다. 따라서 환경 저항의 크기는 t_1일 때보다 t_2일 때가 크다.

ㄷ. t_1일 때는 출생률이 사망률보다 커서 개체 수가 증가하고 있지만 t_2일 때는 출생률과 사망률이 같아서 개체 수가 일정하다. 따라서 개체 수의 증가 속도는 t_1일 때가 t_2일 때보다 빠르다.

03 정답 ③ ＊개체군의 밀도와 생장 곡선

| 문제+자료 분석 |

- 개체군은 일정한 지역에서 생활하는 같은 종에 속하는 개체들의 집단이다. 조건에서 개체군의 서식지 면적이 주어졌으므로 개체군의 밀도를 구할 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 개체군은 동일한 종으로 구성된 집단을 말하므로 개체군 A는 동일한 종으로 구성된다.

ㄴ. 환경 저항은 개체군의 생장을 억제하는 요인으로 먹이 부족, 생활 공간 부족, 노폐물 증가, 천적과 질병의 증가 등이 있다. 구간 Ⅰ에서 개체 수가 증가하지 않고 일정하므로 B가 환경 저항을 받고 있음을 알 수 있다.

ㄷ. 개체군의 밀도$=\frac{\text{개체군을 구성하는 개체 수}}{\text{개체군이 서식하는 공간의 면적}}$이다. A가 서식하는 면적을 S라 하면, B가 서식하는 면적은 2S이므로 t_1일 때 개체군 A의 밀도는 $\frac{200}{S}$이고, t_2일 때 개체군 B의 밀도는 $\frac{100}{2S}=\frac{50}{S}$이므로 t_1일 때 A의 개체군 밀도와 t_2일 때 B의 개체군 밀도는 서로 다르다.

04 (1) 정답 A형: 굴, B형: 사람

| 문제+자료 분석 |

- 굴이나 어류는 수많은 알을 낳지만 대부분 어릴 때 죽는다.
- 사람이나 코끼리 등의 대형 포유류는 어릴 때 부모의 보호를 받으며 대부분 생리적 수명을 다하고 죽는다.

(2) 핵심 키워드: **부모의 보호, 초기 사망률**

모범 답안 A형은 많은 수의 자손을 낳지만 부모의 보호를 받지 못하여 초기 사망률이 매우 높고, B형은 자손의 수가 적지만 어릴 때 부모의 보호를 받아 초기 사망률이 매우 낮다.

| 문제+자료 분석 |

- 어릴 때 부모의 보호를 받지 못하면 초기 사망률이 매우 높고, 어릴 때 부모의 보호를 받으면 초기 사망률이 매우 낮다.

＊채점 기준

A형과 B형의 특징을 모두 포함하여 생존 곡선의 차이를 옳게 서술한 경우	100 %
A형과 B형 중 하나의 특징만 포함하여 생존 곡선의 차이를 옳게 서술한 경우	50 %

05 정답 ③ ＊개체군의 생존 곡선

| 문제+자료 분석 |

- Ⅰ형: 출생 수가 적지만 어릴 때 부모의 보호를 받아 어린 개체의 사망률이 낮고 노년에 사망률이 높다.
- Ⅱ형: 각 연령층에서 사망률이 비교적 일정하다.
- Ⅲ형: 출생 수는 많지만, 어린 개체의 사망률이 높아 성체로 성장하는 수가 적다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 생존 곡선 Ⅲ형은 상대 연령 초기에 생존 개체 수가 급격히 감소하는 것으로 보아 초기 사망률이 매우 높다는 것을 알 수 있다. 따라서 초기 사망률은 Ⅲ형이 Ⅰ형보다 높다.

ㄴ. Ⅰ형의 특징은 초기 사망률이 낮고 생리적 수명을 거의 다하고 죽는 것이다. A는 80까지 많은 생존 개체 수를 유지하는 것으로 보아 대부분 생리적 수명을 다하고 죽는다는 것을 알 수 있다. 따라서 A의 생존 곡선은 Ⅰ형과 가장 유사하다.

ㄷ. B는 20 이전에 대부분의 개체가 죽으므로 각 연령층에서 사망률이 일정한 것은 아니다.

06 정답 ③ ＊연령 피라미드

| 문제+자료 분석 |

- 연령 피라미드는 연령 분포를 낮은 연령층부터 차례대로 쌓아 올려 그림으로 나타낸 것으로, (가)는 발전형, (나)는 안정형, (다)는 쇠퇴형이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 생식 후 연령층, B는 생식 연령층, C는 생식 전 연령층이다.

ㄴ. 생식 연령층(B)보다 생식 전 연령층(C)의 비율이 높으면 개체 수가 증가하게 된다.

ㄷ. (다)는 생식 전 연령층의 비율이 낮아 개체군의 크기가 점점 작아지게 될 것이다.

07 정답 ① ＊개체군의 주기적 변동

| 문제+자료 분석 |

- 돌말은 영양염류의 농도, 수온, 빛의 세기와 같은 환경 요인의 영향으로 계절에 따라 개체 수가 변한다.
- 봄 시기에 돌말의 개체 수가 증가하면서 돌말의 먹이인 영양염류(A)는 감소한다. 수온은 빛의 영향을 받으므로 빛의 세기(B)가 증가함에 따라 수온(C)도 증가한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 영양염류, B는 빛의 세기, C는 수온이다.

ㄴ. 겨울에 돌말의 개체 수가 적은 주된 요인은 빛의 세기와 수온이다. 영양염류의 고갈로 인해 개체 수가 적어지는 시기는 늦봄이다.

ㄷ. 구간 ㉠에서 돌말의 개체 수가 급격히 감소하는 것은 돌말의 먹이가 되는 영양염류의 양이 적어졌기 때문이다. 따라서 구간 ㉠에서 돌말의 개체 수가 변하는 주된 요인은 영양염류의 양 부족이다.

08 핵심 키워드: 개체군 밀도, 경쟁, 싸움

모범 답안 은어가 세력권을 형성함으로써 개체를 분산시켜 개체군 밀도를 조절하고, 불필요한 경쟁이나 싸움을 피하는 효과가 있다.

| 문제+자료 분석 |

- 세력권을 형성하여 다른 개체의 침입을 막게 되면 개체 수가 급격히 증가하는 것을 막을 수 있고, 서로 경쟁을 줄일 수 있다.

＊채점 기준

핵심 키워드를 모두 포함하여 영향에 대해 옳게 서술한 경우	100 %
핵심 키워드 중 1가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	30 %

09 정답 ① ＊개체군 내 상호 작용

| 문제+자료 분석 |

- (가)는 리더제, (나)는 순위제의 예이며, 개체군 내에서의 상호 작용이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 리더제(가)와 순위제(나)는 개체들 간의 불필요한 경쟁을 줄여 개체군을 안정적으로 유지하게 한다.

ㄴ. 리더제와 순위제는 같은 종의 개체들로 이루어진 개체군 내에서의 상호 작용이다.

ㄷ. 순위제는 개체마다 서열이 정해져 있지만 리더제는 리더를 제외한 나머지 개체들 사이에서는 서열이 정해져 있지 않다.

10 정답 ④ ＊개체군 내의 상호 작용 ····· [정답률 87%]

| 문제+자료 분석 |

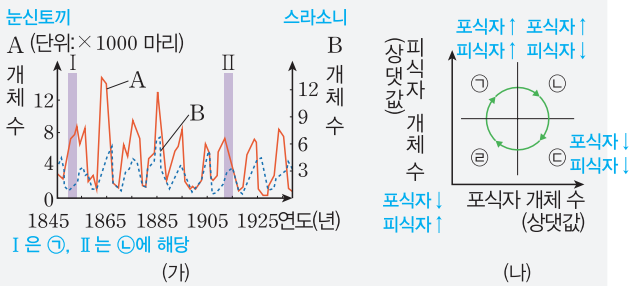
- 개체군 내의 상호 작용에는 텃세, 순위제, 리더제, 사회 생활, 가족 생활 등이 있다.
- 큰뿔양 수컷들 사이에서 뿔의 크기 비교나 뿔 치기를 통해 순위가 결정되어 먹이나 배우자를 차지하게 되므로 이 자료에 나타난 큰뿔양 개체군 내의 상호 작용은 순위제에 해당한다.

| 선택지 분석 |

① 우두머리 늑대가 늑대 무리를 이끄는 것은 리더제이다.
② 여왕개미와 일개미가 역할을 분담하여 생활하는 것은 사회 생활이다.
③ 사자가 혈연관계의 개체들과 모여 함께 생활하는 것은 가족 생활이다.
④ 닭의 집단 내에서 먹이를 먹는 순서가 결정되는 것은 순위제이다.
⑤ 각 개체가 일정한 공간을 차지하고 다른 개체의 침입을 막는 것은 텃세이다.

내신 1등급 문제 문제편 212p

11 정답 ③ * 개체군의 주기적 변동



| 문제+자료 분석 |

- (가): A는 개체 수가 많으므로 피식자(눈신토끼)이고, B는 개체 수가 적으므로 포식자(스라소니)이다.
- (나): 구간 ㉠에서는 포식자 증가, 피식자 증가이고, ㉡에서는 포식자 증가, 피식자 감소이며, ㉢에서는 포식자 감소, 피식자 감소이다. ㉣에서는 포식자 감소, 피식자 증가이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 안정된 생태계에서 피식자의 개체 수가 포식자의 개체 수보다 많다. (가)에서 A는 개체 수가 많으므로 피식자이고, B는 개체 수가 적으므로 포식자이다. 스라소니는 눈신토끼를 잡아먹으므로 A는 눈신토끼, B는 스라소니이다.
ㄴ. 구간 Ⅰ에서는 A(피식자)가 증가하고, B(포식자)가 증가한다. (나)의 구간 ㉠에서 포식자가 증가하고 피식자가 증가한다.
ㄷ. (가)의 구간 Ⅱ에서는 A(피식자)가 감소하고, B(포식자)가 증가한다. (나)의 구간 ㉡에서 피식자가 감소하고, 포식자가 증가한다.

12 정답 ① * 개체군의 생장 곡선과 증가율 변화

| 문제+자료 분석 |

- (가): 이론적 생장 곡선과 실제 생장 곡선을 나타낸 것으로, 지역 A의 생장이 B의 생장보다 크게 나타난다.
- (나): 지역 A의 개체 수 증가율 변화를 나타낸 것이다. 구간 Ⅰ은 개체 수 증가율이 최대가 되기 직전, Ⅱ는 개체 수 증가율이 감소하는 구간, Ⅲ은 개체 수 증가율이 0인 구간이다.

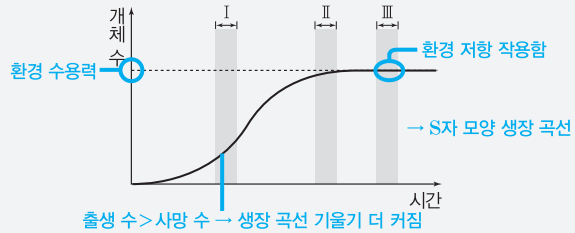
| 보기 분석 |

ㄱ. 지역 A에서가 지역 B에서보다 최대 개체 수가 더 많으므로 환경 수용력은 지역 A가 B보다 크다.
ㄴ. 개체 수 증가율은 단위 시간당 증가한 개체 수이며, 그래프의 기울기에 해당한다. t 이전 시점이 그래프의 기울기가 최대가 되며, t 시점은 개체 수 증가율이 감소하는 시점이다. 따라서 t 시점은 구간 Ⅱ에 포함된다.
ㄷ. 개체 수 증가율이 0 이상이면 개체 수가 점차 증가하고 있는 것이며, 개체 수 증가율이 0이면 개체 수는 더 이상 증가하지 않고 일정하다. 따라서 평균 개체 수는 구간 Ⅲ에서가 구간 Ⅱ에서보다 많다.

수능 대비 기출 문제 문제편 214p

01 정답 ① * 개체군의 생장 [정답률 86%]

그림은 어떤 개체군의 생장 곡선을 나타낸 것이다.



이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 이입과 이출은 고려하지 않으며, 서식지의 크기는 일정하다.)

[보기]

ㄱ. $\frac{\text{출생한 개체 수}}{\text{사망한 개체 수}}$는 구간 Ⅰ에서가 구간 Ⅱ에서보다 크다.
→ 개체 수 증가율이 더 큰 구간 Ⅰ에서 출생한 개체 수 / 사망한 개체 수 값이 더 큼
ㄴ. 개체군의 밀도는 구간 Ⅰ에서가 구간 Ⅲ에서보다 높다.
→ 개체군의 밀도는 개체 수가 더 많은 구간 Ⅲ에서 더 큼
ㄷ. 구간 Ⅲ에서 환경 저항이 작용하지 않는다.
→ 구간 Ⅲ에서 환경 저항이 작용하여 개체 수 증가율이 0이 됨

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

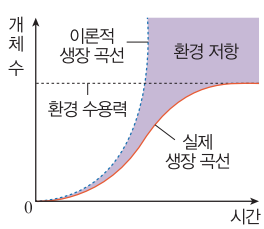
- 제시된 개체군의 생장 곡선은 실제 생장 곡선이다. 실제 생장 곡선에서 S자 모양을 나타내는 것은 환경 저항 때문이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 출생한 개체 수가 사망한 개체 수보다 많을 때 생장 곡선의 기울기가 더 커진다. 따라서 개체군의 생장 곡선 기울기가 더 큰 구간 Ⅰ에서 구간 Ⅱ에서보다 $\frac{\text{출생한 개체 수}}{\text{사망한 개체 수}}$의 값이 더 크다.
ㄴ. 개체군의 밀도는 개체 수가 많을수록 더 높다. 따라서 구간 Ⅰ보다 구간 Ⅲ에서 개체군의 밀도가 더 높음을 알 수 있다. 단순하게 더 이상 생장하지 않는다고 해서 밀도가 더 낮아지고 있을 것이라고 착각해서는 안 된다.
ㄷ. 구간 Ⅲ에서 더 이상 개체 수가 증가하지 않는 것은 환경 저항이 작용했기 때문이다. 환경 저항은 먹이와 서식지 부족, 노폐물 증가 등에 의해 나타나므로 개체 수가 증가할수록 크게 나타난다는 것을 알아두어야 한다.

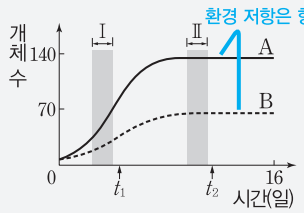
* 개체군의 생장 곡선

이론적 생장 곡선 (J자 모양)	환경 저항이 없는 이상적인 환경에서 나타나며, 개체 수가 기하급수적으로 증가한다.
실제 생장 곡선 (S자 모양)	환경 저항이 있는 환경에서 나타나며, 개체 수가 증가하다가 일정하게 유지된다.



02 정답 ⑤ * 개체군의 생장 곡선 ····· [정답률 77%]

그림은 먹이의 양이 서로 다른 두 조건 A와 B에서 종 ⓐ를 각각 단독 배양했을 때 시간에 따른 개체 수를 나타낸 것이다. 먹이의 양은 A가 B보다 많다. 환경 저항에 의해 환경 수용력까지만 개체 수가 증가할 수 있다.



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. 구간 Ⅰ에서 증가한 ⓐ의 개체 수는 A에서가 B에서보다 많다. → 구간 Ⅰ에서 A의 개체 수 증가율이 B의 개체 수 증가율보다 큼

ㄴ. A의 구간 Ⅱ에서 ⓐ에게 환경 저항이 작용한다. → A의 생장 곡선에서 환경 저항은 항상 작용함

ㄷ. B의 개체 수는 t_2일 때가 t_1일 때보다 많다. → B의 개체 수는 t_2일 때가 t_1일 때보다 많음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 개체군의 생장 곡선은 이론적으로는 J자 모양을 나타내야 하는데, 환경 저항 때문에 S자 모양을 나타낸다.
- 환경 저항에 의해 환경 수용력까지만 개체 수가 증가할 수 있다. 환경 저항은 노폐물이나 먹이, 경쟁에 의해 나타난다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 구간 Ⅰ에서 A의 개체 수 증가율이 B의 개체 수 증가율보다 높으므로 구간 Ⅰ에서 증가한 ⓐ의 개체 수는 A에서가 B에서보다 많다.

ㄴ. A를 배양하기 시작한 처음부터 환경 저항은 작용한다. 함정

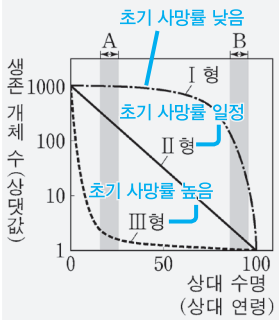
ㄷ. B의 개체 수는 t_2일 때가 t_1일 때보다 많다.

문제 풀이 Tip

S자 모양의 실제 생장 곡선에서 환경 저항은 항상 작용한다는 것을 기억하자.

03 정답 ③ * 생존 곡선 ····· [정답률 86%]

그림은 생존 곡선 Ⅰ형, Ⅱ형, Ⅲ형을, 표는 동물 종 ㉠의 특징을 나타낸 것이다. 특정 시기의 사망률은 그 시기 동안 사망한 개체 수를 그 시기가 시작된 시점의 총개체 수로 나눈 값이다.



○ ㉠은 한 번에 많은 수의 자손을 낳으며, 초기 사망률이 후기 사망률보다 높다.
○ ㉠의 생존 곡선은 Ⅰ형, Ⅱ형, Ⅲ형 중 하나에 해당한다. → ㉠은 Ⅲ형

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. Ⅰ형의 생존 곡선을 나타내는 종에서 A시기의 사망률은 B시기의 사망률보다 높다. → Ⅰ형은 초기 사망률이 낮고 후기 사망률이 높으므로 A 시기의 사망률은 B시기의 사망률보다 낮음

ㄴ. Ⅱ형의 생존 곡선을 나타내는 종에서 A시기 동안 사망한 개체 수는 B 시기 동안 사망한 개체 수와 같다. → Ⅱ형은 각 연령층에서 사망률은 일정하지만 A시기 동안 사망한 개체 수는 B 시기 동안 사망한 개체 수와 다름

ㄷ. ㉠의 생존 곡선은 Ⅲ형에 해당한다. → ㉠은 한 번에 많은 수의 자손을 낳으며, 초기 사망률이 후기 사망률보다 높은 Ⅲ형

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- **생존 곡선**: 동시에 출생한 개체들 중 생존한 개체 수를 상대 수명에 따라 나타낸 그래프이다.
- **Ⅰ형**: 부모의 보호를 받아 초기 사망률이 낮다. ㉮ 사람, 대형 포유류 등
- **Ⅱ형**: 연령층에 따른 사망률이 일정하다. ㉮ 히드라, 다람쥐 등
- **Ⅲ형**: 출생 수가 많고 부모의 보호를 받지 못해 초기 사망률이 높다. ㉮ 굴, 어류 등
- ㉠: 한번에 많은 수의 자손을 낳지만 후기 사망률보다 초기 사망률이 높아 성체로 생장하는 수가 적은 유형은 Ⅲ형에 해당한다.

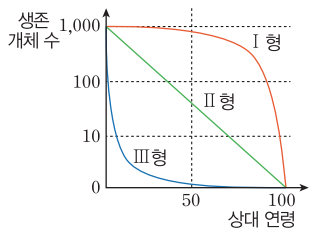
| 보기 분석 |

ㄱ. Ⅰ형의 생존 곡선을 나타내는 종에서 A시기(초기) 동안 생존 개체 수는 거의 일정하고 B시기(후기) 동안 개체 수가 급격하게 감소하였으므로 A시기의 사망률은 B시기의 사망률보다 낮다.

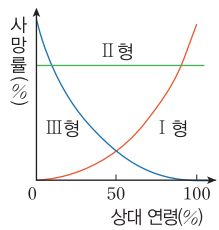
ㄴ. Ⅱ형의 생존 곡선을 나타내는 종에서 A시기와 B시기 동안 사망률은 일정하지만 사망한 개체 수는 다르다. 종의 개체 수는 A시기에서가 B시기에서보다 많으므로 A시기 동안 사망한 개체 수가 B시기 동안 사망한 개체 수보다 많다.

ㄷ. 한번에 많은 수의 자손을 낳지만 후기 사망률보다 초기 사망률이 높아 성체로 생장하는 수가 적은 ㉠의 생존 곡선은 Ⅲ형에 해당한다.

* 개체군의 생존 곡선과 사망률 곡선



▲ 생존 곡선



▲ 사망률 곡선

R 군집

내신 대비 필수 문제 문제편 223~227p

01 정답 ② * 군집의 먹이 그물

| 문제+자료 분석 |

- 군집 내에서 먹이 사슬 여러 개가 서로 얽혀 마치 그물처럼 복잡하게 나타나는 것을 먹이 그물이라고 한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 생산자는 광합성을 통해 스스로 양분을 합성할 수 있는 식물이다. 메뚜기와 쥐는 생산자인 식물을 먹으므로 1차 소비자이다.

ㄴ. 여우는 메추라기 외에도 토끼와 쥐 등을 먹을 수 있으므로 메추라기가 사라져도 여우는 사라지지 않는다.

ㄷ. 이 군집 내에서 다른 생물에게 먹히지 않고 최종적으로 소비하는 최종 소비자는 여우와 매이다.

02 정답 ④ * 방형구를 이용한 군집 조사

| 문제+자료 분석 |

- 식물 A~C의 밀도, 빈도, 피도, 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 표로 나타내면 다음과 같다.

식물	밀도	빈도	피도	상대 밀도	상대 빈도	상대 피도	중요치
A	5	0.05	0.25	20 %	25 %	23.8 %	68.8
B	10	0.05	0.40	40 %	25 %	38.1 %	103.1
C	10	0.10	0.40	40 %	50 %	38.1 %	128.1

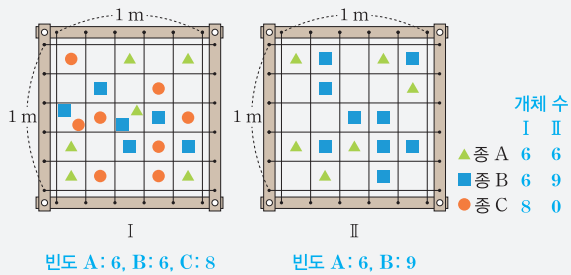
| 보기 분석 |

ㄱ. 중요치는 C가 가장 높으므로 C가 우점종이다.

ㄴ. A가 출현한 방형구 수는 5개, C가 출현한 방형구 수는 10개이므로 빈도는 C가 A보다 높다.

ㄷ. B와 C의 피도가 같으므로 상대 피도도 같다.

03 정답 ① * 식물의 군집 조사



| 문제+자료 분석 |

- 방형구를 이용하여 식물 군집을 조사할 때 개체군의 밀도는 특정 종의 개체수를 의미하고, 빈도는 얼마나 많은 방형구에 나타나는가, 피도는 얼마나 표면적을 덮고 있는가를 나타낸다.
- 피도는 정확하게 구분하기 쉽지 않으므로 피도 계급으로 나타낸다.

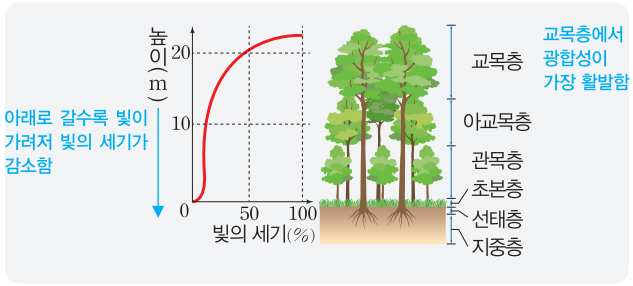
| 보기 분석 |

ㄱ. I에는 A~C가 모두 있고, II에는 A와 B만 있으므로 식물의 종 수는 I에서가 II에서보다 많다.

ㄴ. I과 II의 A는 같은 종이지만 다른 지역에 서식하므로 한 개체군을 이루지 않는다. 개체군이란 같은 지역에 서식하는 같은 종의 집단을 의미한다.

ㄷ. 개체군 밀도는 일정 면적에 서식하는 개체 수로 나타낼 수 있다. I과 II의 면적은 같고 B의 개체 수는 I에서 6, II에서 9이므로 B의 개체군 밀도는 I에서보다 II에서가 더 높다.

04 정답 ⑤ * 군집의 층상 구조



| 문제+자료 분석 |

- 층상 구조는 삼림처럼 많은 개체군으로 이루어진 군집이 수직적인 몇 개의 층으로 구성되는 것을 말한다.
- 층상 구조의 발달로 높이에 따라 도달하는 빛의 세기가 다르며, 다양한 동물에게 서식지를 제공한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 높이에 따라 빛의 세기가 다르게 나타나고 그에 따라 수직적인 몇 개의 층이 나타나는 구조를 층상 구조라고 하므로 층상 구조를 결정하는 가장 중요한 요인은 빛의 세기이다.

ㄴ. 선태층에는 선태식물과 같은 생산자가 존재한다. 지중층에는 부식질이 많고 햇빛이 없기 때문에 동물과 분해자가 존재하나 생산자는 존재하지 않는다.

ㄷ. 교목층은 가장 높은 곳에 형성된 것으로 빛의 세기가 강하고 빛의 양이 가장 많기 때문에 광합성이 가장 활발하게 일어난다.

05 정답 ㉠: 삼림, ㉡: 사막

| 문제+자료 분석 |

- 군집의 종류 중 기온이 높고 강수량이 많은 지역에 발달하는 육상 군집은 삼림이다.
- 강수량이 아주 적거나 기온이 아주 낮은 지역에 발달하는 육상 군집은 사막이다.

06 정답 ⑤ * 군집의 생태 분포

| 문제+자료 분석 |

- 위도에 따른 기온과 강수량의 차이에 의해 형성된 군집의 분포를 수평 분포라고 한다.
- 고위도로 갈수록 기온이 낮아지고 강수량이 감소한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 연평균 기온이 가장 낮고 연평균 강수량이 가장 적은 툰드라이다.

ㄴ. B와 C는 연평균 기온의 차이가 있으므로 B와 C를 구분하는 주된 환경 요인은 온도이다.

ㄷ. D와 E는 연평균 기온은 비슷하나 연평균 강수량의 차이를 보이므로 D와 E를 구분하는 주된 환경 요인은 강수량이다.

07 정답 ③ * 군집의 생태 분포

| 문제+자료 분석 |

- 위도에 따른 기온과 강수량의 차이에 의해 형성된 군집의 분포를 수평 분포라고 한다.
- 고위도로 갈수록 기온이 낮아지고 강수량이 감소한다.

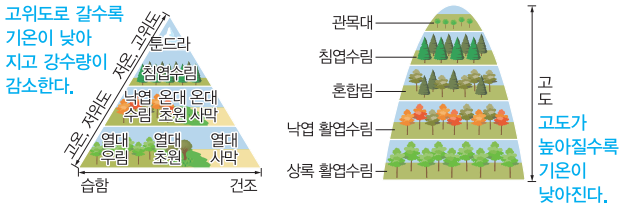
| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 특정 지역에서 고도에 따른 기온 차이에 의해 수직적으로 다른 식물 군집이 나타나는 수직 분포이다. 고도가 높아질수록 상록 활엽수림 → 낙엽 활엽수림 → 혼합림 → 침엽수림 → 관목대가 나타나므로 A 지역은 B 지역보다 고도가 높다.

ㄴ. (나)는 위도에 따라 기온과 강수량 등의 환경 조건이 달라져 식물 군집의 분포가 달라지는 수평 분포이다. 고위도로 갈수록 기온이 낮아지므로 C 지역은 D 지역보다 기온이 낮다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 지역에 따라 군집의 분포가 다른 것은 환경의 차이 때문에 서식하는 생물의 종류가 달라지기 때문이다.

* 군집의 생태 분포



▲ 수평 분포 ▲ 수직 분포

08 정답 ④ * 군집의 천이

| 문제+자료 분석 |

- 토양 발달이 미약하고 건조한 황무지에서 시작되는 천이는 건성 천이이며, A는 지의류, B는 양수림, C는 음수림이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 가장 먼저 유입되는 개척자인 A는 지의류이며, B는 양수림이다.

ㄴ. 건조한 용암 대지와 같은 생명체가 없고 토양 발달이 미약한 황무지에서 천이가 시작되므로 1차 천이이다.

ㄷ. C(음수림)의 경우에도 빛을 잘 받는 부분의 잎이 빛을 잘 받지 못하는 부분의 잎보다 울타리 조직이 잘 발달되어 있다. 따라서 잎 평균 두께는 하층부보다 상층부가 크다.

09 정답 ② * 군집의 천이

| 문제+자료 분석 |

- 군집의 1차 천이는 토양이 없는 불모지에서 시작되는 천이로, 용암 대지와 같은 건조한 땅에서 시작되는 건성 천이와 연못, 호수 등 수분이 많은 곳에서 시작되는 습성 천이가 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 흔들말이나 검정말은 수생 생물로 호수에 서식한다. 따라서 이 천이 과정은 1차 천이이면서 습성 천이에 해당한다.

ㄴ. 가장 먼저 유입되는 생물은 흔들말이나 검정말이므로 개척자는 흔들말이나 검정말이다.

ㄷ. 천이는 음수림이 되었을 때 천이가 더이상 일어나지 않는 안정된 상태에 도달하게 된다. 이 지역은 양수림까지 천이가 일어났으므로 아직 안정된 상태에 도달한 것은 아니다.

10 정답 ① * 군집의 천이 과정

| 문제+자료 분석 |

- 군집의 1차 천이는 토양이 없는 불모지에서 시작되는 천이로, 용암 대지와 같은 건조한 땅에서 시작되는 건성 천이와 연못, 호수 등 수분이 많은 곳에서 시작되는 습성 천이가 있다.
- 이 문제의 경우 호수에서 천이가 시작되므로 습성 천이의 과정으로, 호수 → 습지 → 초원 → 관목림(A) → 양수림(B) → 혼합림 → 음수림(C)의 순으로 천이가 일어난다.

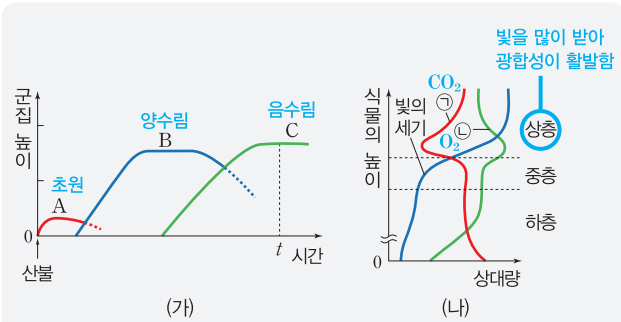
| 보기 분석 |

ㄱ. 그림에서 보면 호수에서 천이가 시작되고 있다. 이러한 천이를 습성 천이라고 한다. 습성 천이와는 달리 용암 대지에서 일어나는 건성 천이도 있다.

ㄴ. A의 우점종은 관목이다. 지의류는 건성 천이에서의 개척자로 초원 전 단계에 등장하며, 그림의 천이는 습성 천이다.

ㄷ. B는 양수림이다. 양수림 이후에는 혼합림이고, 음수림이 극상을 이룬다. 이는 음수림의 묘목(어린 나무)이 혼합림에서 더 잘 자랄 수 있기 때문이다.

11 정답 ⑤ * 2차 천이와 군집의 높이 변화



| 문제+자료 분석 |

- (가): 산불이 일어나 기존 식물 군집이 파괴된 후, 기존에 남아있던 토양에서 시작하는 천이이므로 2차 천이다. A는 초원, B는 양수림, C는 음수림이다.
- (나): 식물은 상층부가 하층부보다 빛을 더 많이 받으며, 광합성이 더 많이 일어난다. 따라서 ㉠은 CO_2, ㉡은 O_2이다.

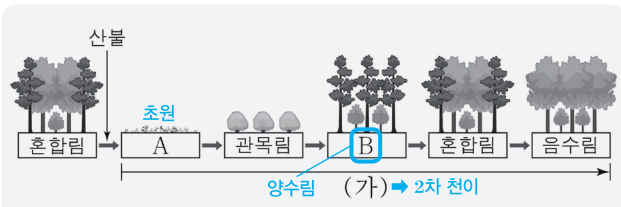
| 보기 분석 |

ㄱ. 빛의 세기가 강할수록 광합성이 활발하게 일어나 O_2가 많은 반면 CO_2는 적다. 따라서 ㉠은 CO_2, ㉡은 O_2이다.

ㄴ. 산불이 난 후 맨 처음 초원이 형성되고 그 다음에 양수림이 형성되므로 A는 초원, B는 양수림, C는 음수림이다.

ㄷ. 빛의 세기가 강한 곳일수록 잎의 평균 두께가 두껍다. 상층이 하층보다 빛의 세기가 강하므로 잎 평균 두께는 하층보다 상층이 두껍다.

12 정답 ② * 군집의 천이 ····· [정답률 48%]



| 문제+자료 분석 |

- **1차 천이**: 생물이 없고 토양이 형성되지 않은 곳에서 토양의 형성 과정부터 시작하는 천이이며, 지의류가 개척자로 들어온다.
- **2차 천이**: 기존의 식물 군집이 있었던 곳에 산불, 산사태, 벌목 등이 일어나 군집이 파괴된 후, 기존에 남아 있던 토양에서 시작하는 천이이며, 초본이 개척자로 들어온다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가) 과정은 산불이 일어난 후 나타나는 천이 과정이므로 2차 천이이다.
ㄴ. 2차 천이 과정 (가)에서 초본이 개척자로 들어와 초원(A)이 형성된다.
ㄷ. 극상이란 천이의 마지막 단계로 안정된 상태를 말한다. 따라서 B는 천이 과정 중의 양수림이고, 이 지역의 식물 군집은 음수림에서 극상을 이룬다.

13 정답 ② * 분서와 텃세

| 문제+자료 분석 |

- **(가) 분서**: 생태적 지위가 유사한 두 개체군들이 같은 공간에서 서식할 때, 먹이와 서식지를 달리하여 경쟁을 피하는 현상을 분서라고 한다. 가문비나무에서 살고 있는 서로 다른 종류의 솔새들은 생활 공간을 달리하여 먹이를 잡아먹음으로써 경쟁을 피한다.
- **(나) 텃세**: 은어는 수심이 얕은 곳에서 개체군을 형성하며, 각각 자신의 서식 구역인 세력권을 정해두고 다른 개체의 접근을 막는다. 이러한 상호 작용을 텃세라고 한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)에서 3종의 휘파람새가 서식 위치를 달리하여 살아가므로 (가)에서 나타나는 상호 작용은 분서이다.
ㄴ. (나)는 같은 종의 은어 개체들이 서로 일정한 공간을 차지하고 다른 은어 개체들이 침범하는 것을 막는 상호 작용이므로 텃세이다.
ㄷ. (가)는 군집 내 서로 다른 개체군의 상호 작용이고, (나)는 개체군 내에서 일어나는 상호 작용의 예이다.

문제 풀이 Tip

텃세는 개체군 내 개체 간에 상호 작용, 분서는 군집 내 개체군 간에 일어나는 상호 작용이다. 텃세와 분서를 헷갈리지 않도록 하자.

* 군집 내 상호 작용

종간 경쟁	두 개체군이 먹이와 생활공간 등을 서로 차지하기 위해 싸우는 현상이다.
분서 (생태 지위 분화)	두 개체군이 경쟁을 피하기 위해 먹이, 생활공간 등을 달리하여 생활하는 현상이다.
포식과 피식	두 개체군 사이의 먹고 먹히는 관계이다.
상리 공생	두 개체군이 모두 이익을 얻는 현상이다.
기생	한 개체군(기생자)이 다른 개체군(숙주)에 살며 자신은 이익을 얻지만, 다른 개체군은 손해를 보는 현상이다.

14 핵심 키워드: 피라미, 갈겨니, 분서

모범 답안 갈겨니는 가장자리에, 피라미는 중앙부에 서식하고 갈겨니는 수서 곤충, 피라미는 녹조류를 먹는 분서가 일어나며, 피라미에 대한 환경 저항이 커져 개체 수가 약간 줄어든다.

| 문제+자료 분석 |

- 피라미만 서식하는 개울에 갈겨니가 들어와 함께 서식하게 되면 분서가 일어나게 된다. 분서가 일어나면 피라미는 서식 공간이 줄어들어 환경 저항에 부딪히며 갈겨니가 들어오기 전에 비해 개체 수가 줄어들게 된다.

* 채점 기준

분서, 환경 저항, 개체 수 감소를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
개체 수가 줄어든다고만 서술한 경우	30 %

15 정답 ③ * 군집 내 상호 작용 ····· [정답률 86%]

| 문제+자료 분석 |

- 진드기가 코뿔소의 피부에 붙어살면서 피를 빨아먹는 것은 코뿔소에게는 손해이고 진드기만 일방적으로 이득을 얻는 것이므로 (가)는 기생이다.
- 찌르레기가 진드기를 잡아먹으므로 (나)는 포식과 피식, 찌르레기는 코뿔소로부터 먹이를 얻고 코뿔소는 기생하는 진드기가 제거되어 서로 이득이므로 (다)는 상리 공생이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 진드기가 코뿔소의 피를 빨아먹는 (가)는 기생이다.
ㄴ. 진드기가 찌르레기에게 먹이로 잡아먹히므로 진드기는 찌르레기의 피식자이고, 찌르레기가 진드기의 포식자이다.
ㄷ. 코뿔소와 찌르레기가 함께 살면 찌르레기는 코뿔소의 피부에서 먹이인 진드기를 쉽게 찾아 먹을 수 있고, 코뿔소는 찌르레기로 인해 피를 빨아먹는 진드기가 제거되므로 서로 이득을 보는 상리 공생 관계이다.

16 정답 ① * 군집 내 개체군의 상호 작용

| 문제+자료 분석 |

- **(가)와 (나)**: 혼합 배양 시 A와 B는 모두 개체 수가 감소한 것으로 보아 종간 경쟁의 상호 작용을 한다. B는 시간이 지나 개체 수가 0이 되므로 경쟁 · 배타가 일어났다.
- **(가)와 (다)**: 혼합 배양 시 A와 C는 모두 개체 수가 증가하였으므로 상리 공생 관계이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 혼합 배양한 (나)에서 개체 수가 감소하는 것으로 보아 (가)에서보다 (나)에서 환경 저항이 더 큼을 알 수 있다.
ㄴ. 개체 수의 주기적 변동 없이 B가 사라지는 것으로 볼 때 A와 B는 종간 경쟁 관계이고 포식과 피식의 관계는 아니다.
ㄷ. (다)에서 A와 C는 단독 배양했을 때보다 개체 수가 모두 증가했으므로 상리 공생함을 알 수 있다.

17 정답 ① * 군집 내 개체군의 상호 작용

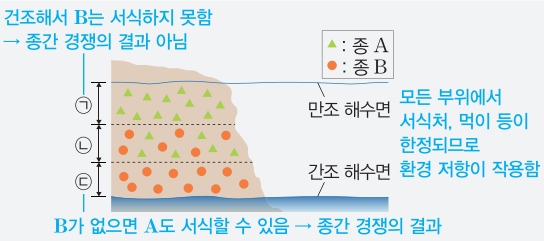
| 문제+자료 분석 |

- 종 A와 B를 혼합하여 심을 경우 두 종 모두 단독으로 심었을 때보다 생산량이 감소했으므로 종간 경쟁이 일어났다.
- a 구간에서 B의 생산량이 0인 것을 통해 경쟁 · 배타가 일어났음을 알 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A와 B를 분리하여 심었을 때 a 구간에서 종 A와 종 B가 모두 존재하나, A와 B를 혼합하여 심었을 때는 a 구간에서 종 A만 나타나는 것으로 보아 종 A와 종 B가 생태적 지위가 비슷하여 종 B가 사라지는 경쟁 · 배타 원리가 적용됨을 알 수 있다.
ㄴ. b 구간에서 종 A와 종 B는 분리해서 심었을 때보다 혼합하여 심었을 때 생산량이 감소하였으므로 상리 공생하고 있는 것은 아님을 알 수 있다. 상리 공생하고 있다면 생산량이 증가해야 한다.
ㄷ. 혼합하여 심었을 때 종 B가 종 A보다 생산량이 많은 수심이 있으므로 종 A와 종 B의 경쟁에서 항상 종 A가 유리한 것은 아니다.

18 정답 ① * 군집 내 개체군의 상호 작용



- A는 B보다 건조에 강하다.
  A가 B보다 높은 곳(㉠)까지 서식함
- A를 제거하여도 B의 서식 범위는 변하지 않는다.
  A가 없어도 B는 ㉠에 서식하지 못함
- B를 제거하면 A는 ㉢에도 서식한다.
  ㉢에서 A는 B와의 경쟁에서 졌음 ∴ 경쟁 · 배타 원리 적용

| 문제+자료 분석 |

- 같은 지역에 서식하는 두 종 사이에는 종간 경쟁과 같은 상호 작용이 일어난다.
- A는 B보다 건조에 강하므로 간조 해수면에서 멀어 가장 건조한 ㉠에는 A만 서식하는 반면, 중간 정도로 건조한 ㉡에는 A와 B가 같이 서식하고, 간조 해수면에서 가까워 가장 덜 건조한 ㉢에는 B만 서식하고 있다.
- B가 있는 경우 A는 ㉢에 서식하지 않지만, B를 제거하면 A는 ㉢에도 서식한다. 따라서 A는 ㉢에도 서식할 수 있지만 B와의 종간 경쟁에서 패배하여 ㉢에서 사라졌다는 것을 알 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. B가 있는 경우 A는 ㉢에 서식하지 않지만, B를 제거하면 A는 ㉢에도 서식한다. 따라서 A는 ㉢에도 서식할 수 있지만 B와의 종간 경쟁에서 패배하여 ㉢에서 사라졌다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. ㉡에는 A와 B가 같이 서식하고 있으며, ㉡에서 서식지의 면적이나 먹이의 양 등이 한정되어 있으므로 A와 B 모두 환경 저항을 받게 된다.

ㄷ. A를 제거하여도 B의 서식 범위는 변하지 않으므로 이 경우에도 여전히 B는 ㉠에서는 서식하지 않고 ㉡과 ㉢에서만 서식하게 된다. B가 ㉠에 서식하지 않는 것은 경쟁 · 배타의 결과가 아니라 B가 건조에 약하기 때문이며, ㉠에서의 B의 개체군 밀도는 증가하지 않는다.

19 정답 ④ * 군집 내 개체군 사이의 상호 작용 ···· [정답률 46%]

| 문제+자료 분석 |

- **A** 기생: 한 개체군이 다른 개체군에 피해를 주면서 생활하는 것으로 이익을 얻는 생물은 기생 생물, 손해를 입는 생물은 숙주이다.
  예 동물의 몸에 사는 기생충, 식물에 기생하는 겨우살이
- **B** 상리 공생: 두 개체군이 서로 이익을 얻는 경우이다.
  예 흰동가리와 말미잘, 콩과식물과 뿌리혹박테리아

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉡은 B에는 있지만 A에는 없는 특징이다. ㉡이 '상호 작용하는 두 생물 종이 모두 이익을 얻는다.'이므로 B는 상리 공생이며, 나머지 A는 기생이다.

ㄴ. ㉠은 A(기생)와 B(상리 공생)의 공통점이며, 기생과 상리 공생은 군집 내 개체군 사이의 상호 작용이다. 따라서 '개체군 내의 상호 작용이다.'는 ㉠에 해당하지 않는다.

ㄷ. 콩과식물은 뿌리혹박테리아로부터 질소 화합물인 암모늄 이온(NH_4^+)를 얻고, 뿌리혹박테리아는 콩과식물로부터 서식지를 얻게 되므로, 이들 사이의 상호 작용은 B(상리 공생)이다.

내신 1등급 문제 문제편 227p

20 정답 ① * 방형구를 이용한 군집 조사

| 문제+자료 분석 |

- 밀도 $= \frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{방형구 전체의 면적}(m^2)}$ 이며,
  상대 밀도(%) $= \frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{조사한 모든 종의 개체 수의 합}} \times 100$ 이다.
- 빈도 $= \frac{\text{특정 종이 출현한 방형구 수}}{\text{전체 방형구 수}}$ 이며,
  상대 빈도(%) $= \frac{\text{특정 종이 출현한 방형구 수}}{\text{조사한 모든 종의 방형구 수의 합}} \times 100$ 이다.

| 선택지 분석 |

① ●의 개체 수는 16개이므로 밀도는 16개/m^2로, A는 16이다. ■는 전체 25개의 방형구 중 9개의 방형구에 출현하였으므로 ■의 빈도는 36으로, B는 36이다. 종합하면 A+B=16+36=52이다.

② 3종의 상대 밀도, 상대 빈도는 표와 같다.

식물	상대 밀도(%)	상대 빈도(%)	상대 밀도+상대 빈도
■	46	30	76
●	32	50	82
▲	22	20	42

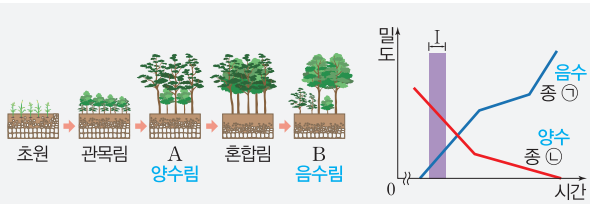
3종의 피도가 모두 같고, 상대 밀도+상대 빈도는 ●가 가장 높으므로 우점종은 ●이다.

③ 상대 밀도는 ■가 46 %로 가장 높다.

④ 3종의 상대 빈도의 크기는 ● > ■ > ▲이다.

⑤ 이 군집에서 개체 수가 가장 적은 종은 밀도가 가장 낮은 ▲이다.

21 정답 ⑤ * 군집의 천이



| 문제+자료 분석 |

- (가): 천이 과정에서 관목림은 양수림으로 변하고 양수림은 혼합림을 거쳐 음수림에서 극상을 이룬다. 따라서 A는 양수림이고, B는 음수림이다. 양수림에서는 양수가 우점종이고 음수림에서는 음수가 우점종이다.
- (나): 양수림에서는 어린 양수가 잘 자라지 못하고 어린 음수가 잘 자라게 된다. 따라서 (나)에서 시간이 지남에 따라 밀도가 증가하는 종 ㉠은 음수이고, 감소하는 종 ㉡은 양수이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 양수림에서는 어린 양수는 그늘에서 잘 자라지 못하고 그늘에서도 잘 자라는 어린 음수가 잘 자라게 된다. 따라서 종 ㉠은 음수이고 종 ㉡은 양수이다. 구간 Ⅰ은 양수의 밀도가 줄어들고 음수의 밀도가 증가하기 시작하는 구간으로 양수림인 A에서 나타난다.

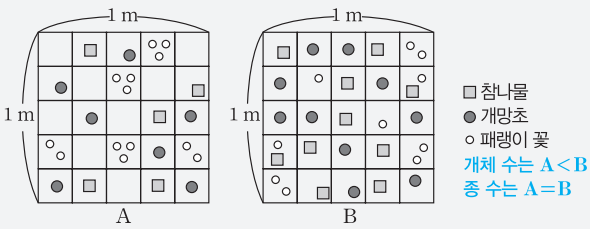
ㄴ. 종 ㉠은 음수이므로 음수림인 B에서의 우점종이다.

ㄷ. 잎의 평균 두께는 음수(종 ㉠)보다 빛을 더 많이 필요로 하는 양수(종 ㉡)가 더 두껍다.

수능 대비 기출 문제 문제편 229~230p

01 정답 ③ * 방형구를 이용한 조사 [정답률 71%]

그림은 서로 다른 지역에 동일한 크기의 방형구 A와 B를 설치하여 조사한 식물 종의 분포를 나타낸 것이며, 표는 상대 밀도에 대한 자료이다.



$$\text{상대 밀도}(\%)=\frac{\text{특정한 종의 개체 수}}{\text{조사한 모든 종의 개체 수}}\times 100$$

$$\text{개체군의 밀도}=\frac{\text{개체군을 구성하는 개체 수}}{\text{개체군이 서식하는 공간의 면적}}$$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 방형구에 나타낸 각 도형은 식물 1개체를 의미하며, 제시된 종 이외의 종은 고려하지 않는다.)

[보기]

ㄱ. A에서 참나물의 상대 밀도는 20 %이다.
→ 모든 종의 개체 수 25, 참나물의 개체 수 5 ∴ 상대 밀도 20 %

ㄴ. B에서 개망초의 개체군 밀도와 패랭이꽃의 개체군 밀도는 같다. → 개망초의 밀도와 패랭이꽃의 밀도는 모두 10

ㄷ. 식물의 종 수는 A보다 B에서 많다. → A와 B 모두 3

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- A와 B에서 각 식물 종의 밀도와 상대 밀도를 나타내면 다음 표와 같다.

구분		밀도	상대 밀도(%)
A	참나물	$5/m^2$	$\frac{5}{25}\times 100=20(\%)$
	개망초	$7/m^2$	28(%)
	패랭이꽃	$13/m^2$	52(%)
B	참나물	$10/m^2$	$\frac{10}{30}\times 100=$약 33.3(%)
	개망초	$10/m^2$	약 33.3(%)
	패랭이꽃	$10/m^2$	약 33.3(%)

| 보기 분석 |

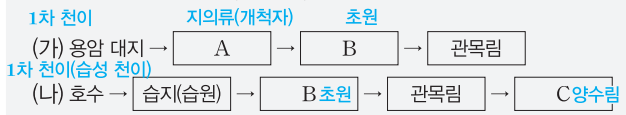
ㄱ. A에서 참나물의 개체 수는 5, 개망초의 개체 수는 7, 패랭이꽃은 13이다. 총 개체 수가 25이고, 참나물의 개체 수가 5이다.
따라서 A에서 참나물의 상대 밀도는 $\frac{5}{25}\times 100=20$ %가 된다.

ㄴ. B에서 개망초의 개체 수는 10, 패랭이꽃의 개체 수도 10이다. 개체군의 밀도는 개체 수로 나타낼 수 있으므로 B에서 개체군의 밀도는 같다.

ㄷ. A와 B에는 모두 참나물, 개망초, 패랭이꽃의 3가지 식물이 서식하고 있다. 따라서 식물의 종 수는 똑같다.

02 정답 ⑤ * 천이 [정답률 79%]

그림 (가)와 (나)는 서로 다른 두 지역에서 일어나는 천이 과정의 일부를 나타낸 것이다. A~C는 초원, 양수림, 지의류를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. C는 양수림이다.
→ 천이 과정에서 관목림 군락은 시간이 지나면 양수림 군락이 됨

ㄴ. (가)의 개척자는 지의류이다.
→ (가)는 1차 천이 과정으로 1차 천이의 개척자는 지의류

ㄷ. (나)는 습성 천이 과정의 일부이다.
→ (나)는 호수에서 일어나는 습성 천이 과정

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): 용암 대지에서 시작한 1차 천이 과정의 일부로, 1차 천이의 개척자인 A는 지의류이다. 지의류 군락은 시간이 지나면 초원 군락을 거쳐 관목림 군락이 되므로 B는 초원이다.
- (나): 호수와 같이 약간의 생물이 존재하는 환경에서 시작하는 1차 천이로 습성 천이 과정의 일부이다. 습지는 시간이 지나면 초원 군락, 관목림 군락을 거쳐 양수림 군락이 되므로 C는 양수림이다.

| 보기 분석 |

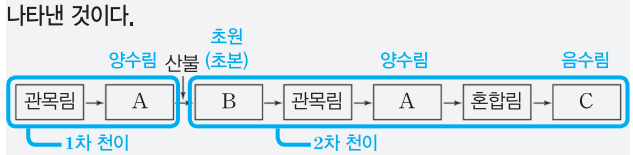
ㄱ. 천이 과정에서 초원 군락은 관목림, 양수림을 거쳐 극상인 음수림 군락이 된다. A~C는 초원, 양수림, 지의류 중 하나이므로 관목림 군락에서 시간이 지나 형성된 C는 양수림이다.

ㄴ. (가)는 생물이 전혀 없는 환경인 용암 대지에서 시작하는 1차 천이 과정의 일부로 1차 천이의 개척자인 A는 지의류이다.

ㄷ. (나)는 약간의 생물이 존재하는 호수에서 시작하는 1차 천이 과정의 일부로, 습지가 조성되는 습성 천이 과정의 일부이다.

03 정답 ① * 군집의 천이 [정답률 79%]

그림은 어떤 지역의 식물 군집에 산불이 일어나기 전과 후 천이 과정의 일부를 나타낸 것이다. A~C는 초원(초본), 양수림, 음수림을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. B는 초원(초본)이다.
→ A는 양수림, B는 초원(초본), C는 음수림

ㄴ. 이 지역의 식물 군집은 A에서 극상을 이룬다.
→ 식물 군집은 음수림(C)에서 극상을 이룸

ㄷ. 산불이 일어난 후 진행되는 식물 군집의 천이 과정은 1차 천이이다.
→ 산불이 일어난 후 진행되는 천이 과정은 2차 천이

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

주의

- 산불 발생 이후에 나타나는 천이 과정은 2차 천이이다. 2차 천이 과정에서 토양이 이미 형성되어 있으므로 개척자가 초원(초본)이다.
- 초원이 형성된 후 1차 천이와 같은 '초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림'의 과정으로 천이가 일어난다. 따라서 A는 양수림, B는 초원(초본), C는 음수림이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 산불 발생 이후 2차 천이 과정에서 개척자가 초원(초본)이므로 B는 초원(초본)이다.

ㄴ. 극상은 천이의 마지막 단계로 안정된 상태이다. 양수림(A)은 혼합림을 거쳐 음수림(B)로 전환되므로 양수림(A)에서 극상을 이루지 않으며, 음수림(C)에서 극상을 이룬다.

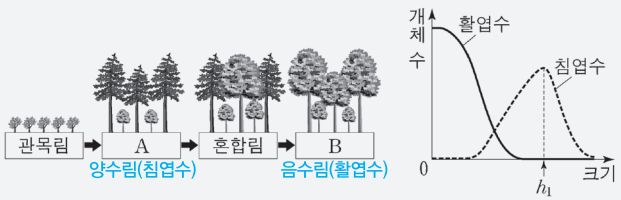
ㄷ. 산불이 일어난 후 진행되는 천이 과정은 기존에 남아있던 토양에서 시작되므로 2차 천이 과정이다.

04 정답 ① * 군집의 천이 ····· [정답률 65%]

군집의 종 구성과 특성이 시간에 따라 변하는 과정

그림 (가)는 어떤 식물 군집의 천이 과정 일부를, (나)는 이 과정 중 ㉠에서 조사한 침엽수(양수)와 활엽수(음수)의 크기(높이)에 따른 개체 수를 나타낸 것이다. ㉠은 A와 B 중 하나이며, A와 B는 양수림과 음수림을 순서 없이 나타낸 것이다.

침엽수는 대부분 키가 큰 개체, 활엽수는 대부분 키가 작은 묘목



(가)

㉠=A (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. ㉠은 양수림이다. → ㉠은 양수림, ㉡은 음수림

ㄴ. ㉠에서 h_1보다 작은 활엽수는 없다.
→ ㉠에서 활엽수는 모두 h_1보다 키가 작음

ㄷ. 이 식물 군집은 혼합림에서 극상을 이룬다.
→ 이 식물 군집의 극상은 음수림(B)

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가) 건성 천이: '지의류 → 초원 → 관목림 → 양수림(A) → 혼합림 → 음수림(B)'의 과정을 통해 천이가 진행된다. 양수림(A)이 형성될 경우 키가 큰 양수림(침엽수) 아래쪽에는 빛이 약한 하층에서도 잘 자라는 음수의 묘목이 자라면서 양수와 음수의 혼합림이 형성된다. 음수가 번성하여 혼합림은 점차 극상인 음수림(B)으로 전환된다.
- (나): 침엽수(양수)의 대부분은 키가 큰 개체이고, 활엽수의 대부분은 키가 작은 묘목이므로 양수림(A)에서 음수의 묘목이 자라는 상태이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠에서 키가 큰 침엽수(양수)의 개체 아래에서 키가 작은 활엽수 묘목이 자라는 상태이므로 ㉠은 양수림(A)이고, B는 음수림이다.

ㄴ. (나)를 통해 ㉠에서 활엽수의 크기(높이)는 모두 h_1보다 작음을 알 수 있다.

ㄷ. 극상은 천이의 마지막 단계로 안정된 상태이다. 혼합림은 이후 음수림(B)으로 전환되므로 혼합림에서 극상을 이루지 않으며, 음수림에서 극상을 이룬다.

05 정답 ⑤ * 종 사이의 상호 작용 ····· [정답률 92%]

표는 종 사이의 상호 작용을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 기생과 상리 공생을 순서 없이 나타낸 것이다.

상호 작용	종 1	종 2
기생 ㉠	손해	ⓐ 이익
상리 공생 ㉡	이익	? 이익
포식과 피식	손해	이익

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. ⓐ는 '손해'이다. → ⓐ는 '이익'

ㄴ. ㉡은 상리 공생이다. → ㉠은 기생, ㉡은 상리 공생

ㄷ. 스라소니가 눈신토끼를 잡아먹는 것은 포식과 피식에 해당한다. → 스라소니는 포식자, 눈신토끼는 피식자

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 기생: 한 개체군(기생종)이 다른 개체군(숙주)에 살며 자신은 이익(ⓐ)을 얻지만, 다른 개체군(숙주)은 손해를 본다.
- ㉡ 상리 공생: 두 개체군이 모두 이익을 얻는다.

| 보기 분석 |

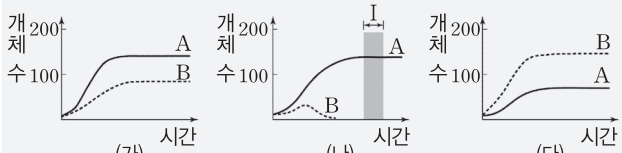
ㄱ. ⓐ는 '이익'이다. 기생과 상리 공생 관계에 모두 '이익'을 얻는 종이 있다는 사실을 알고 있으면 ⓐ가 '이익'이라는 사실을 쉽게 알 수 있다 .

ㄴ. ㉠은 '기생', ㉡은 '상리 공생'이다.

ㄷ. 스라소니가 눈신토끼를 잡아먹을 때 스라소니는 포식자이고, 눈신토끼는 피식자이므로 스라소니가 눈신토끼를 잡아먹는 것은 포식과 피식에 해당한다.

06 정답 ④ * 개체군의 생장곡선 ····· [정답률 79%]

그림 (가)~(다)는 동물 종 A와 B의 시간에 따른 개체 수를 나타낸 것이다. (가)는 고온 다습한 환경에서 단독 배양한 결과이고, (나)는 (가)와 같은 환경에서 혼합 배양한 결과이며, (다)는 저온 건조한 환경에서 혼합 배양한 결과이다. → (다)의 환경에서는 B가 생존에 유리함



→ (나)에서 혼합 배양 결과 A와 B가 경쟁하여 B가 멸종함

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. 구간 Ⅰ에서 A는 환경 저항을 받는다.
→ A의 개체 수가 늘어나지 않는 구간이므로 환경 저항을 받음

ㄴ. (나)에서 A와 B 사이에 상리 공생이 일어났다.
→ A와 B 사이에 경쟁이 일어남

ㄷ. B에 대한 환경 수용력은 (가)에서가 (다)에서보다 작다.
→ (가)에서가 (다)에서보다 B의 최대 개체 수가 작으므로 환경 수용력이 작음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): (가) 환경에서 A에 대한 환경 수용력이 B에 대한 환경 수용력보다 크다.
- (나): (가)와 같은 환경에서 혼합 배양하자 A와 B 사이에서 경쟁이 일어났으며, 환경 수용력이 작은 B가 멸종했다.
- (다): (다) 환경에서 B에 대한 환경 수용력이 A에 대한 환경 수용력보다 큰 것을 통해 B는 A보다 저온 건조한 환경에서 살기 유리하다는 것을 알 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 구간 Ⅰ은 A의 개체 수가 더 이상 증가하지 않고 최대 개체 수를 유지하고 있는 구간으로 환경 저항을 받고 있다.

ㄴ. (가)와 같은 환경에서 A와 B를 혼합 배양한 결과 B가 멸종했다. A와 B 사이에 경쟁이 일어나 둘 중 환경 수용력이 작은 B가 멸종한 것이다. 상리 공생이 일어난다면 A와 B의 개체 수가 모두 (가)에서보다 증가해야 한다.

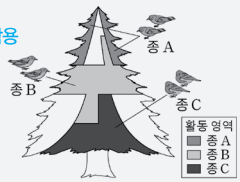
ㄷ. 환경 수용력은 한 서식지에서 수용할 수 있는 개체군의 최대 크기이다. (가)에서가 (다)에서보다 B의 최대 개체 수가 작다. (가)에서가 (다)에서보다 B에 대한 환경 수용력이 작은 것이다.

07 정답 ① * 상호 작용 ····· [정답률 79%]

다음은 생물 사이의 상호 작용에 대한 자료이다.

다양한 종 사이의 상호 작용 중 분서에 관한 문제

- 새 3종 A~C는 생태적 지위가 중복된다. (군집 내 개체군의 상호 작용)
- 어떤 숲에 서식하는 ㉠ A~C는 경쟁을 피하기 위해 활동 영역을 나누어 나무의 서로 다른 구역에서 산다. 분서



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. ㉠에서 A와 B 사이의 상호 작용은 분서에 해당한다. → A와 B는 경쟁을 피하기 위해 분서

ㄴ. B는 C와 한 개체군을 이룬다. → B는 C와 다른 종이므로 다른 개체군

ㄷ. 꿀벌이 일을 분담하며 협력하는 것은 ㉠의 상호 작용에 해당한다. → 개체군 내 개체들이 역할을 분담하는 것은 사회생활

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 3종 A~C이므로 개체군 간의 상호 작용임을 알 수 있다.
- ㉠ 분서: 종 사이에 불필요한 경쟁을 피하기 위해 서식지나 먹이를 분할하는 상호 작용이다.

| 보기 분석 |

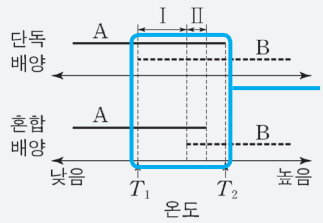
ㄱ. 같은 종의 개체 집단을 개체군이라고 한다. A와 B는 서로 다른 종이므로 A와 B 사이는 군집 내 개체군 간의 상호 작용에 해당한다. 서식지나 먹이 등 생태적 지위가 중복되는 두 종 사이에 불필요한 경쟁을 피하기 위해 서식지나 먹이를 분할하는 ㉠과 같은 상호 작용은 분서에 해당한다.

ㄴ. B와 C는 서로 다른 종이므로, B는 C와 다른 개체군을 이룬다. 개체군은 같은 종의 집단이다.

ㄷ. ㉠의 상호 작용은 서로 다른 종 사이에 일어나는 군집 내 개체군 간의 상호 작용이며, 꿀벌이 역할을 분담하여 협력하는 것은 한 종 내에서 일어나는 개체군 내 상호 작용이다. 주의

08 정답 ⑤ * 군집 내 개체군 사이의 상호 작용 ···· [정답률 76%]

그림은 서로 다른 종으로 구성된 개체군 A와 B를 각각 단독 배양했을 때와 혼합 배양했을 때, A와 B가 서식하는 온도의 범위를 나타낸 것이다. 혼합 배양했을 때 온도의 범위가 T_1~T_2인 구간에서 A와 B 사이의 경쟁이 일어났다.



혼합 배양이 단독 배양보다 A와 B 각각 서식하는 온도 범위가 감소함 → 경쟁의 결과 A와 B 모두 손해를 보게 됨

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. A가 서식하는 온도의 범위는 단독 배양했을 때가 혼합 배양했을 때보다 넓다. → 혼합 배양했을 때 B와의 경쟁으로 인해 서식 온도 범위 감소

ㄴ. 혼합 배양했을 때, 구간 Ⅰ에서 B가 생존하지 못한 것은 경쟁 배타의 결과이다. → A와 B 사이에 일어난 경쟁의 결과, 경쟁 배타가 일어나 A만 서식

ㄷ. 혼합 배양했을 때, 구간 Ⅱ에서 A는 B와 군집을 이룬다. → 구간 Ⅱ에서 동일한 서식지에 개체군 A와 B가 함께 배양되어 군집을 형성

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 생태적 지위가 유사한 두 개체군이 같은 장소에 서식하게 될 때 한정된 먹이와 서식 공간 등의 자원을 차지하기 위해 종간 경쟁이 일어난다.
- 종간 경쟁을 통해 두 개체군은 서로 손해를 보게 된다. 주의
- 그림에서 개체군 A와 B를 각각 단독 배양할 때에 비해 혼합 배양할 때 개체군 A와 B의 서식 온도 범위가 모두 감소한 것을 통해 이를 확인할 수 있다.
- 군집이란 일정한 지역에 모여 생활하는 여러 개체군들의 집합이므로, 혼합 배양하여 구간 Ⅱ에서 개체군 A와 B가 함께 서식하게 되므로 A는 B와 군집을 이루게 된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 단독 배양했을 때 A가 서식하는 온도 범위에 T_1~T_2인 구간이 모두 포함되었으나, 혼합 배양했을 때는 T_1~T_2의 구간 중 일부 구간이 포함되지 않으므로 A가 서식하는 온도 범위는 단독 배양했을 때가 혼합 배양했을 때보다 넓다.

ㄴ. 구간 Ⅰ에서 단독 배양했을 때 서식했던 B가 A와 혼합 배양했을 때 사라진 것은 A와 B 사이에 일어난 경쟁으로 인해 경쟁에서 진 B가 경쟁 지역에서 사라진 경쟁 배타의 결과이다.

ㄷ. 구간 Ⅱ에서 개체군 A와 B는 동일한 서식지 내에 혼합 배양되었다. 따라서 개체군 A는 B와 일정한 지역 내에 모여 생활하는 집합인 군집을 이루었음을 알 수 있다.

* 경쟁 · 배타의 원리

두 개체군이 경쟁한 결과 경쟁에서 이긴 개체군은 살아남고, 경쟁에서 진 개체군은 경쟁 지역에서 사라지는 현상을 말한다.

S 에너지 흐름과 물질의 순환

내신 대비 필수 문제 문제편 236~239p

01 정답 ② * 생태 피라미드 ····· [정답률 75%]

| 문제+자료 분석 |

- 에너지 피라미드는 먹이 사슬에서 각 영양 단계에 속하는 생물의 에너지양을 하위 영양 단계부터 상위 영양 단계로 차례로 쌓아 올린 것이다.
- A는 2차 소비자, B는 1차 소비자, C는 생산자이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 생산자(C)는 광합성을 통해 탄소 화합물을 합성한다. 소비자는 광합성을 할 수 없다.

ㄴ. 1차 소비자(B)의 개체 수가 증가하면 피식자인 생산자(C)의 개체 수는 감소하고, 포식자인 2차 소비자(A)의 개체 수는 증가한다.

ㄷ. 각 영양 단계에서 에너지는 호흡을 통해 생명 활동에 사용되거나 사체, 배설물의 형태로 방출되고 남은 에너지가 다음 영양 단계로 전달된다. 따라서 먹이 단계를 거치면서 상위 영양 단계의 생물이 사용할 수 있는 에너지양은 줄어든다.

02 정답 ① * 생태 피라미드 ····· [정답률 78%]

| 문제+자료 분석 |

- 일반적으로 상위 영양 단계로 갈수록 에너지양은 감소하고 에너지 효율은 높아진다.
- 에너지양이 가장 많은 D가 생산자이며 C는 1차 소비자, B는 2차 소비자, C는 3차 소비자이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 생태 피라미드에서 에너지양이 가장 적은 A는 3차 소비자이다.

ㄴ. D(생산자)의 에너지 중 일부만 자신의 생명 활동의 이용되며 일부는 피식, 고사, 낙엽 등에 의해 소비자나 분해자에게로 이동된다.

ㄷ. C에서 B로 이동하는 에너지양은 20, B에서 A로 이동하는 에너지양은 5이다. 따라서 C에서 B로 이동하는 에너지양이 B에서 A로 이동하는 에너지양보다 더 많다.

03 정답 ③ * 에너지 효율

| 문제+자료 분석 |

- 안정된 생태계에서 상위 영양 단계로 갈수록 에너지양은 감소하고 에너지 효율은 높아진다.
- 에너지양이 가장 많은 C가 생산자이며, A는 1차 소비자, B는 2차 소비자, D는 3차 소비자이다.

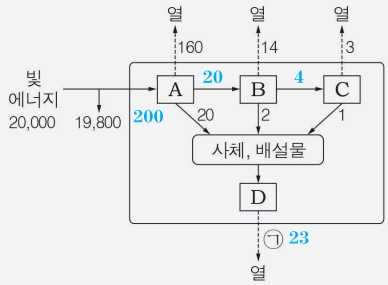
| 보기 분석 |

ㄱ. 상위 영양 단계로 갈수록 에너지양이 줄어들기 때문에 에너지양이 가장 많은 C는 생산자, 두 번째로 많은 A가 1차 소비자이고 B는 2차 소비자, D는 3차 소비자이다.

ㄴ. 초식 동물은 생산자를 먹이로 하는 1차 소비자이므로 A에 해당한다.

ㄷ. 3차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{6}{30}\times100=20\,\%$이고, 1차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{200}{4000}\times100=5\,\%$이므로 에너지 효율은 3차 소비자가 1차 소비자의 4배이다.

04 정답 ⑤ * 생태계의 에너지 흐름 ····· [정답률 53%]



| 문제+자료 분석 |

- A는 생산자, B는 1차 소비자, C는 2차 소비자, D는 분해자이다. 에너지는 생산자(A)→1차 소비자(B)→2차 소비자(C)의 방향으로 흐른다.
- 안정된 생태계에서는 생태계의 각 구성 요소별로 유입되는 에너지의 총량과 유출되는 에너지의 총량은 서로 같다. 이를 정리하면 다음 표와 같다.

구분	유입되는 에너지양	유출되는 에너지양
생산자(A)	200	160+20+20
1차 소비자(B)	20	14+4+2
2차 소비자(C)	4	3+1
분해자(D)	20+2+1	23(㉠)
생태계	200	160+14+3+23(㉠)

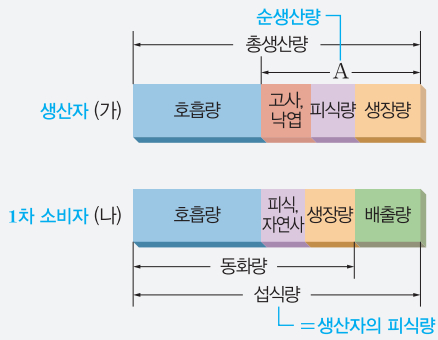
| 보기 분석 |

ㄱ. 빛에너지를 흡수하여 이용하는 A는 생산자이다.

ㄴ. 에너지 효율은 $\frac{\text{현 영양 단계가 보유한 에너지양}}{\text{전 영양 단계가 보유한 에너지양}}\times100(\%)$이다. 1차 소비자(B)의 에너지 효율은 $\frac{20}{200}\times100=10\,\%$, 2차 소비자(C)의 에너지 효율은 $\frac{4}{20}\times100=20\,\%$이다. 따라서 에너지 효율은 B(2차 소비자)보다 C(3차 소비자)가 높다.

ㄷ. 생태계로 유입되는 에너지양은 20,000−19,800=200이다. 생태계에서 방출되는 에너지의 총량은 160+14+3+㉠=200이어야 한다. 따라서 ㉠은 23이다.

05 정답 ⑤ * 생태계의 물질 생산과 소비



| 문제+자료 분석 |

- 생산자가 일정 기간 동안 광합성을 통해 합성한 유기물의 총량을 총생산량이라고 한다. 따라서 총생산량을 나타내는 (가)는 생산자, (나)는 1차 소비자이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 총생산량에서 호흡량을 제외한 A는 순생산량이다.
ㄴ. (가)는 생산자로, 광합성을 통해 스스로 유기물을 생산한다.
ㄷ. (가)에서 (나)로 전달되는 유기물의 양은 (가)의 피식량 또는 (나)의 섭식량이라 한다.

06 핵심 키워드: 생산자, 소비자, 분해자, 유기물, 광합성

모범 답안 생산자가 광합성을 통해 생산한 유기물 중 일부는 생산자가 호흡을 하는 데 사용되며, 나머지는 생산자에 저장되어 소비자에 의해 먹히거나 낙엽 등의 형태로 분해자에게 전달된다. 이외에 생산자에 남아 있는 유기물은 생산자의 생장에 이용된다.

| 문제+자료 분석 |

- 생산자가 광합성을 통해 생산한 유기물 중 일부는 1차 소비자에게 전달되는 피식량이며, 일부는 낙엽, 사체 등의 형태로 분해자에 의해 분해되는 고사량과 낙엽량이다.

＊채점 기준

생산자가 생산한 유기물이 생산자가 호흡하는 호흡량, 소비자에 전달되는 피식량, 분해자에게 전달되는 고사량과 낙엽량, 생산자에 남아 있는 생장량으로 소비되는 것을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
호흡량, 피식량, 고사량, 낙엽량, 생장량 중 3가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	60 %
호흡량, 피식량, 고사량, 낙엽량, 생장량 중 1가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	40 %

07 정답 ① ＊에너지 효율과 물질 생산과 소비 ····· [정답률 40%]

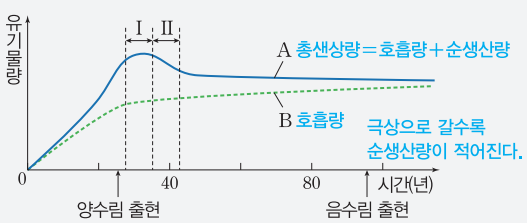
| 문제+자료 분석 |

- 에너지 효율(%)$=\frac{\text{현 영양 단계가 보유한 에너지양}}{\text{전 영양 단계가 보유한 에너지양}}\times 100$이다.
- ㉠ 총생산량: 생산자가 일정 기간 동안 광합성을 통해 합성한 유기물의 총량으로 호흡량과 순생산량을 더한값이다.
- 호흡량: 생물이 자신의 생활에 필요한 에너지를 얻기 위해 호흡에 소비한 유기물의 양이다.
- ㉡ 순생산량: 총생산량에서 호흡량을 제외한 유기물의 양이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)에서 1차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{100}{1000}\times 100=10\,\%$이고, 2차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{20}{100}\times 100=20\,\%$이다. 따라서 에너지 효율은 1차 소비자보다 2차 소비자가 높다.
ㄴ. ㉠은 총생산량이고, ㉡은 순생산량이다.
ㄷ. ㉡(순생산량)은 총생산량에서 호흡량을 제외한 유기물의 양이다. 식물 군집이 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량은 ㉠(총생산량)이다.

08 정답 ③ ＊식물 군집의 생산과 소비



| 문제+자료 분석 |

- A는 식물 군집의 총생산량이고 B는 식물 군집의 호흡량이다.
- 구간 Ⅰ은 천이가 진행 중인 군집으로 총생산량에 비해 호흡량이 적고 순생산량이 많다. 시간이 흐를수록 생산과 소비가 평형을 이루어 총생산량에서 순생산량이 차지하는 비율이 적어지고 극상을 이룬다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 총생산량은 호흡량과 순생산량의 합이므로, 호흡량이 총생산량보다 많을 수는 없다. 따라서 A는 식물 군집의 총생산량이고 B는 식물 군집의 호흡량이다.
ㄴ. 극상은 음수림이 형성되고 완성되는 시기이다. 구간 Ⅰ은 양수림이 출현한 직후이므로 여전히 천이가 진행되고 있다.
ㄷ. 구간 Ⅱ에서 시간에 따라 호흡량은 증가하고 순생산량은 감소하므로 $\frac{\text{호흡량(B)}}{\text{순생산량}}$은 시간에 따라 증가한다.

09 정답 ③ ＊탄소 순환

| 문제+자료 분석 |

- 대기 중의 이산화 탄소 기체는 생산자(A)의 광합성에 의해 유기물로 합성되어 소비자로 전달되며, 생산자, 소비자, 분해자(B)의 호흡 과정에 의해 이산화 탄소 기체 형태로 대기 중으로 다시 돌아간다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 과정 a는 대기와 수중의 이산화 탄소가 생물 안으로 유입되는 과정으로, 생산자(A)의 광합성 과정이다.
ㄴ. 과정 b, c, d는 모두 생물 내의 유기물을 분해하여 에너지를 얻는 세포 호흡 과정으로, 이화 작용이다.
ㄷ. 과정 b는 생산자가 에너지를 얻기 위해 유기물을 분해하는 세포 호흡 과정으로, 생산자, 소비자, 분해자 모두에서 일어나는 과정이다.

10 정답 ② ＊질소 순환 ····· [정답률 55%]

| 문제+자료 분석 |

- (가) 질소 고정 작용: 대기 중 질소 기체(N_2)는 질소 고정 세균(뿌리혹박테리아, 아조토박터)에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 고정되어 생물에 이용된다.
- (나) 질산화 작용: 토양 속 암모늄 이온(NH_4^+)은 질산화 세균(아질산균, 질산균)에 의해 질산 이온(NO_3^-)으로 전환된다.
- (다) 질소 동화 작용: 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)은 생산자에게 흡수되어 질소 화합물(단백질, 핵산)로 합성된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 대기 중의 질소는 식물이 직접 이용할 수 없다. 질소 고정 세균에 의해 대기 중 질소(N_2)를 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환하는 (가)를 통해서 또는 공중 방전에 의해 질산 이온(NO_3^-)으로 고정되어 생물에 이용된다.
ㄴ. 질산화 세균(아질산균, 질산균)은 암모늄 이온(NH_4^+)을 질산 이온(NO_3^-)으로 전환하는 질산화 작용 (나)에 관여한다.
ㄷ. (가)는 질소 고정 작용, (나)는 질산화 작용, (다)는 질소 동화 작용이다. 탈질산화 작용은 토양 속 질산 이온(NO_3^-)이 탈질산화 세균에 의해 질소 기체(N_2)로 전환되어 대기로 돌아가는 것이다.

11 정답 ⑤ ＊질소의 순환

| 문제+자료 분석 |

- **질소 고정 작용**: 대기 중 질소 기체(N_2)는 질소 고정 세균인 뿌리혹박테리아(ⓐ)에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 고정되어 생물에 이용된다.

- **질소 동화 작용**: 암모늄 이온(㉠)이나 질산 이온(NO_3^-)은 생산자에게 흡수되어 질소 화합물(단백질, 핵산)로 합성된다.
- ㉡은 탈질산화 작용으로 토양 속 질산 이온(NO_3^-)은 탈질산화 세균에 의해 질소 기체(N_2)로 전환되어 대기로 돌아간다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 대기 중의 질소 기체는 질소 고정 세균에 의해 ㉠(암모늄 이온)으로 고정되어 생물에 이용된다.

ㄴ. 뿌리혹박테리아는 질소 고정 세균의 일종으로, 콩과식물에게 암모늄 이온을 제공하고 서식지와 다른 양분을 공급받는 공생 관계이다.

ㄷ. 토양 속의 질산 이온은 탈질산화 세균에 의해 질소 기체로 전환되어 대기 중으로 돌아간다.

12 핵심 키워드: 생태계 평형, 1차 소비자, 2차 소비자

모범 답안 1차 소비자의 개체 수가 증가한 후 2차 소비자의 개체 수가 증가하고 생산자의 개체 수가 감소하여 1차 소비자의 개체 수가 감소하게 된다. 1차 소비자의 개체 수 감소에 따라 2차 소비자의 개체 수는 다시 감소하고 생산자의 개체 수는 다시 증가하여 처음의 평형 상태를 유지한다.

| 문제+자료 분석 |

- 평형을 이루고 있는 생태계는 일시적으로 한 영양 단계의 개체 수가 증가하거나 감소하더라도 먹이 사슬에 의해 원래의 상태로 돌아가고자 한다.

＊채점 기준

각 영양 단계의 개체 수 변화에 따라 생태계의 평형이 유지되는 과정을 옳게 서술한 경우	100 %
1차 소비자의 개체 수 증가에 따라 2차 소비자와 생산자의 개체 수가 변하고 1차 소비자의 개체 수가 감소한다고만 서술한 경우	50 %

13 정답 ④ ＊생태계 평형

| 문제+자료 분석 |

- 늑대 사냥이 허용되었으므로 포식자인 늑대의 개체 수가 감소할 것이고 피식자인 사슴의 개체 수는 증가할 것이다. 사슴이 증가하면서 사슴의 먹이인 풀은 감소하게 되어 초원의 생산량은 감소하게 된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 늑대를 제거하면 늑대가 잡아먹는 사슴의 개체 수가 늘어나고, 사슴이 먹는 양이 늘어나 초원의 생산량이 감소한다.

ㄴ. 1915년 후 사슴의 개체 수가 급격히 증가한 것은 포식자인 늑대의 개체 수가 사냥으로 인해 감소했기 때문이다.

ㄷ. 1925년 후 사슴의 개체 수가 감소한 것은 지나치게 많아진 사슴으로 인해 먹이인 초원의 생산량이 크게 줄어들었기 때문이다.

14 정답 ② ＊생태계 평형 유지 ····· [정답률 85%]

| 문제+자료 분석 |

- 생태계 평형은 주로 먹이 사슬에 의해 유지되며, 먹이 사슬이 복잡할수록 생태계 평형이 안정적으로 유지된다.
- 안정된 생태계는 먹이 사슬의 어느 단계에서 일시적으로 생태계 평형이 깨지더라도 시간이 지나면 생태계 평형이 회복된다.

| 선택지 분석 |

② 1차 소비자가 증가하면 과정 (가)에서 1차 소비자의 먹이에 해당하는 생산자의 개체 수가 감소(㉠)하고, 1차 소비자를 먹이로 하는 2차 소비자의 개체 수는 증가(㉡)한다.

15 정답 ⑤ ＊군집의 천이 과정

| 문제+자료 분석 |

- (가): 생장량이 적고 호흡량이 많아 극상에 도달한 군집으로 총생산량에 비해 순생산량이 적다.
- (나): 생장량이 많고 호흡량이 적어 천이가 진행 중인 군집으로 총생산량에 비해 순생산량이 크다.

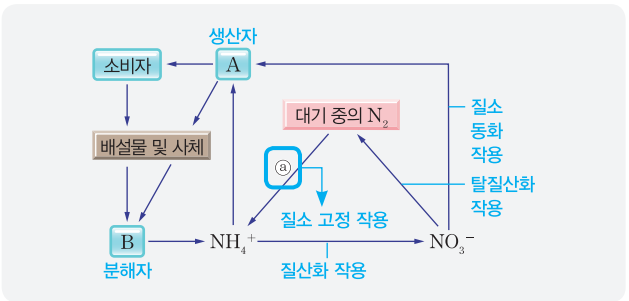
| 보기 분석 |

ㄱ. 총생산량은 많으나 호흡량이 많고 생장량이 적어 순생산량이 적은 (가)는 극상에 도달한 군집이다.

ㄴ. 생장량, 고사 · 낙엽량, 호흡량, 피식량을 합한 것은 총생산량으로 (가)가 (나)보다 많다.

ㄷ. (나)는 천이가 진행 중인 군집으로 호흡량이 적고 생장량이 많아 총생산량은 작으나 그에 비해 순생산량이 크다. 따라서 $\frac{\text{순생산량}}{\text{총생산량}}$의 값은 (나)가 (가)보다 크다.

16 정답 ④ ＊질소 순환



| 문제+자료 분석 |

- 사체 및 배설물 속의 질소 화합물은 분해자에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 분해되므로 B는 분해자, A는 생산자이다.
- ⓐ 질소 고정 작용: 대기 중 질소 기체(N_2)는 질소 고정 세균(뿌리혹박테리아, 아조토박터)에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 고정되어 생물에 이용된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 버섯은 분해자(B)에 속한다.

ㄴ. 생산자(A)와 분해자(B)는 모두 유기물을 무기물로 분해하는 호흡을 통해 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는다.

ㄷ. 콩과식물과 공생하는 뿌리혹박테리아는 ⓐ(질소 고정 작용)를 진행한다.

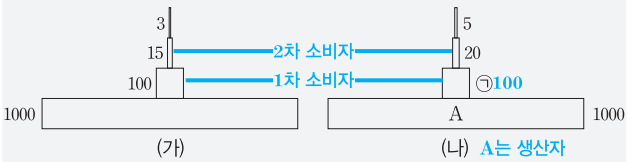
＊질소의 순환

주요 단계	물질 전환	생물
질소 고정 작용	$N_2 \rightarrow NH_4^+$	질소 고정 세균(뿌리혹박테리아)
질소 동화 작용	$NH_4^+ \rightarrow$ 단백질	식물
질산화 작용	$NH_4^+ \rightarrow NO_3^-$	질산화 세균(아질산균, 질산균)
탈질산화 작용	$NO_3^- \rightarrow N_2$	탈질산화 세균

수능 대비 기출 문제 — 문제편 241~242p

01 정답 ④ ∗ 생태 피라미드 ····· [정답률 75%]

그림 (가)와 (나)는 각각 서로 다른 생태계에서 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자의 에너지양을 상댓값으로 나타낸 생태 피라미드이다. (가)에서 2차 소비자의 에너지 효율은 15 %이고, (나)에서 1차 소비자의 에너지 효율은 10 %이다.



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 에너지 효율은 전 영양 단계의 에너지양에 대한 현 영양 단계의 에너지양을 백분율로 나타낸 것이다.)

[보기]

ㄱ. A는 3차 소비자이다. → A는 생산자

ㄴ. ㉠은 100이다.
→ ㉠은 1차 소비자이고, 에너지 효율이 10 %이므로 에너지양은 100

ㄷ. (가)에서 에너지 효율은 상위 영양 단계로 갈수록 증가한다.
→ (가)에서 상위 영양 단계로 갈수록 에너지 효율은 10 %, 15 %, 20 %로 증가함

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 먹이 사슬에서 각 영양 단계의 개체 수, 생체량, 에너지양의 상대적인 양을 하위 영양 단계부터 상위 영양 단계로 순서대로 쌓아올린 것을 생태 피라미드라고 한다.
- 일반적으로 안정된 생태계에서 상위 영양 단계로 갈수록 개체 수, 생체량, 에너지양 등이 줄어든다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 생산자이다. 생태 피라미드에서 가장 아래쪽 영양 단계는 생산자이다. 가장 위쪽 영양 단계부터 생산자라고 생각할 수도 있으므로 주의해야 한다. — 주의

ㄴ. ㉠은 1차 소비자이고, ㉠(1차 소비자)의 에너지 효율은 10 %이다. ㉠의 에너지양을 x라 하면 $\frac{x}{1000}\times 100(\%)=10\,\%$이므로 x는 100이다.

ㄷ. (가)에서 1차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{100}{1000}\times 100(\%)=10\,\%$, 2차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{15}{100}\times 100(\%)=15\,\%$, 3차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{3}{15}\times 100(\%)=20\,\%$이다. 따라서 (가)에서 에너지 효율은 상위 영양 단계로 갈수록 증가한다.

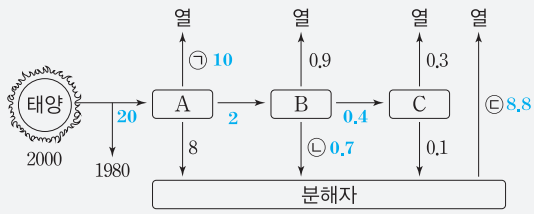
∗ 생태 피라미드

개체 수 피라미드	먹이 사슬의 각 영양 단계의 개체 수를 그림으로 나타낸 것이다.
생체량 피라미드	먹이 사슬의 각 영양 단계에 속하는 생물의 총 질량을 그림으로 나타낸 것이다.
에너지 피라미드	먹이 사슬의 각 영양 단계의 에너지양을 그림으로 나타낸 것이다.

02 정답 ④ ∗ 에너지 흐름 ····· [정답률 73%]

에너지는 순환하지 않고 한 방향으로만 흐름

그림은 어떤 안정된 생태계의 에너지 흐름을 나타낸 것이다. A~C는 각각 1차 소비자, 2차 소비자, 생산자 중 하나이다. A에서 B로 전달되는 에너지양은 B에서 C로 전달되는 에너지양의 5배이며, 에너지양은 상댓값이다. A는 생산자, B는 1차 소비자, C는 2차 소비자



이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. ㉡과 ㉤의 합은 ㉠보다 크다. → ㉠은 10, ㉡은 0.7, ㉤은 8.8

ㄴ. A는 빛에너지를 화학 에너지로 전환한다.
→ A는 생산자로, 광합성을 통해 빛에너지를 화학 에너지로 전환함

ㄷ. B에서 C로 유기물이 이동한다.
→ 1차 소비자인 B에서 2차 소비자인 C로 유기물이 이동함

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 에너지는 생산자(A) → 1차 소비자(B) → 2차 소비자(C)의 방향으로 흐른다.
- C에서 방출된 에너지 크기는 0.3+0.1=0.4이므로 C로 전달된 에너지의 크기는 0.4이다. A에서 B로 전달된 에너지의 양은 B에서 C로 전달된 에너지의 양인 0.4보다 5배 크므로 2이다. B에서 방출된 에너지의 크기는 0.9+0.4+㉡이고, 이는 B로 전달된 2와 같으므로 ㉡은 0.7이다.
- 태양에서 A로 전달된 에너지의 크기는 2000−1980=20이고, A에서 방출된 에너지의 크기는 ㉠+2+8=20이므로 ㉠은 10이다.

| 보기 분석 |

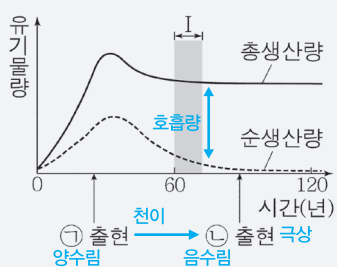
ㄱ. ㉠은 10, ㉡은 0.7, ㉤은 8.8이다. ㉡과 ㉤의 합은 0.7+8.8=9.5이고, 이는 ㉠의 10보다 작다.

ㄴ. 식물에서 일어나는 광합성은 빛에너지를 흡수하여 화학 에너지로 전환시킨다. A는 태양의 빛에너지가 처음으로 전달되는 생산자이고, 생산자에 속하는 식물은 광합성을 할 수 있으므로 A는 빛에너지를 화학 에너지로 전환시킬 수 있다.

ㄷ. B는 생산자인 A를 통해 에너지를 얻으므로 1차 소비자이고, C는 1차 소비자인 B를 통해 에너지를 얻으므로 2차 소비자이다.
생태계에서 먹이 사슬을 통한 에너지의 이동은 유기물을 통해 이동하므로 B(1차 소비자)에서 C(2차 소비자)로 유기물이 이동한다.

03 정답 ② ∗ 물질의 생산과 소비 ····· [정답률 57%]

그림은 어떤 식물 군집의 시간에 따른 총생산량과 순생산량을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 양수림과 음수림 중 하나이다.



이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. ㉠은 음수림이다. → ㉠은 양수림

ㄴ. 구간 Ⅰ에서 호흡량은 시간에 따라 증가한다.
→ 호흡량=총생산량−순생산량, 구간 Ⅰ에서 이 차이가 증가함

ㄷ. 순생산량은 생산자가 광합성으로 생산한 유기물의 총량이다.
→ 생산자가 광합성으로 생산한 유기물의 총량은 총생산량임

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 총생산량=순생산량+호흡량이며, 순생산량=총생산량−호흡량이다.
- 천이가 일어나는 과정에서 총생산량은 증가하다가 일정하게 유지되고, 순생산량은 증가하다가 감소한다. 두 그래프 사이의 간격인 호흡량은 구간 Ⅰ에서 증가하고 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 식물 군집에서 천이는 양수림 → 혼합림 → 음수림 순으로 진행된다. 따라서 ㉠은 양수림이고, ㉡이 음수림이다.

ㄴ. 호흡량은 총생산량에서 순생산량을 뺀 값인데, 구간 Ⅰ에서 총생산량은 비슷한데 순생산량이 감소하므로 그 차이인 호흡량은 시간에 따라 증가한다.

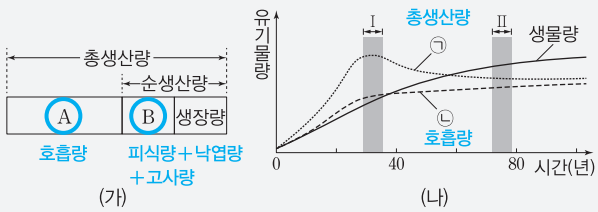
ㄷ. 생산자가 일정 기간 동안 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량은 총생산량이며, 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 제한 값이다.

문제 풀이 Tip

1. 총생산량=호흡량+순생산량
2. 순생산량=피식량+낙엽 · 고사량+생장량
3. 총생산량은 호흡량, 순생산량보다 항상 크다.

04 정답 ① * 식물 군집의 생산량 ····· [정답률 78%]

그림 (가)는 어떤 식물 군집에서 총생산량, 순생산량, 생장량의 관계를, (나)는 이 식물 군집의 시간에 따른 생물량(생체량), ㉠, ㉡을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 총생산량과 호흡량 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. ㉠은 총생산량이다. → ㉠은 총생산량이고, ㉡은 호흡량

ㄴ. 초식 동물의 호흡량은 A에 포함된다.
→ 초식 동물의 호흡량은 B에 포함됨

ㄷ. $\frac{\text{순생산량}}{\text{생물량}}$은 구간 Ⅱ에서가 구간 Ⅰ에서보다 크다.
→ 구간 Ⅱ에서가 Ⅰ에서보다 작음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): 총생산량=호흡량(A)+순생산량이며, 순생산량=(고사 · 낙엽량+피식량)(B)+생장량이다.
- (나): 총생산량은 순생산량과 호흡량의 합이므로 항상 호흡량과 순생산량보다 크다. 따라서 ㉠은 총생산량, ㉡은 호흡량이다.

| 보기 분석 |

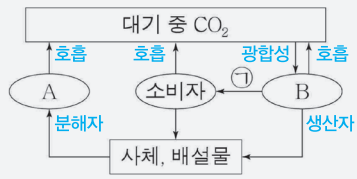
ㄱ. 식물의 총생산량은 순생산량과 호흡량의 합으로 ㉠과 ㉡ 중 더 큰 값인 ㉠은 총생산량이고, ㉡은 호흡량이다.

ㄴ. 식물의 총생산량에서 식물의 호흡량을 뺀 값이 순생산량이므로, A는 식물의 호흡량이다. 식물의 순생산량 중 생장량을 뺀 값인 B는 피식량 및 낙엽 · 고사량으로 초식 동물의 호흡량은 B에 포함된다.

ㄷ. 구간 Ⅱ에서가 구간 Ⅰ에서보다 생물량이 크다. 순생산량은 ㉠에서 ㉡을 뺀 값으로 구간 Ⅱ에서가 구간 Ⅰ에서보다 작다.
따라서 $\frac{\text{순생산량}}{\text{생물량}}$은 구간 Ⅱ에서가 구간 Ⅰ에서 보다 작다.

05 정답 ④ * 탄소의 순환 ····· [정답률 83%]

그림은 생태계에서 탄소 순환 과정의 일부를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 분해자와 생산자 중 하나이다.



㉠: 포식과 피식을 통해 유기물 이동

이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. A는 생산자이다. → A는 분해자이고 B가 생산자

ㄴ. B는 호흡을 통해 CO_2를 방출한다.
→ 생산자(B), 소비자, 분해자(A)는 모두 호흡을 통해 CO_2를 방출함

ㄷ. 과정 ㉠에서 유기물이 이동한다.
㉠은 포식과 피식을 통해 유기물이 이동함

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- A 분해자: 다른 생물의 사체나 배설물 속의 유기물을 무기물로 분해하여 에너지를 얻고 환경으로 돌려보내는 생물로, 세균, 곰팡이, 버섯이 예이다.
- B 생산자: 광합성을 하여 무기물로 유기물을 합성하는 생물로, 식물, 조류 등이 해당된다.
- ㉠: 생산자(B)에 의해 합성된 유기물은 먹이 사슬을 통해 소비자에게 이동된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 사체, 배설물로부터 유입된 유기물의 탄소(C)를 대기 중으로 돌려보내는 A는 분해자이다.

ㄴ. 대기 중의 CO_2를 광합성을 통해 유기물의 형태로 변환하는 B는 생산자이다. 생산자, 소비자, 분해자는 모두 호흡을 통해 CO_2의 형태로 탄소를 비생물 환경으로 돌려보낸다.

ㄷ. 소비자가 생산자를 먹음으로써 생산자가 합성한 유기물이 소비자에게 전달된다.

06 정답 ② * 질소 순환 과정 ····· [정답률 79%]

다음은 생태계에서 일어나는 질소 순환 과정에 대한 자료이다. ㉠과 ㉡은 질소 고정 세균과 탈질산화 세균을 순서 없이 나타낸 것이다.

(가) 토양 속 ⓐ 질산 이온(NO_3^-)의 일부는 ㉠에 의해 질소 기체로 전환되어 대기 중으로 돌아간다.
→ 탈질산화 작용으로 ㉠은 탈질산화 세균

(나) ㉡에 의해 대기 중의 질소 기체가 ⓑ 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환된다. → 질소 고정 작용으로 ㉡은 질소 고정 세균

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. (가)는 질소 고정 작용이다. → (가)는 탈질산화 작용

ㄴ. 질산화 세균은 ⓑ가 ⓐ로 전환되는 과정에 관여한다.
→ 질산화 세균은 암모늄 이온을 질산 이온으로 전환

ㄷ. ㉠과 ㉡은 모두 생태계의 구성 요소 중 비생물적 요인에 해당한다. → ㉠과 ㉡은 모두 생물적 요인

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): 토양 속 질산 이온이 질소 기체로 전환되는 것은 탈질산화 작용이다. 이 작용은 ㉠(탈질산화 세균)에 의해 일어난다.
- (나): 대기 중의 질소 기체가 암모늄 이온으로 전환되는 것은 질소 고정 작용이다. 이 작용은 ㉡(질소 고정 세균)에 의해 일어난다.

| 보기 분석 |

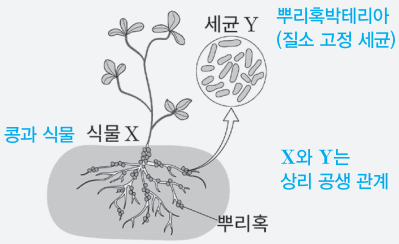
ㄱ. (가)는 토양 속 질산 이온이 질소 기체로 전환되어 대기 중으로 돌아가는 탈질산화 작용이다.

ㄴ. 질산화 세균은 ⓑ(암모늄 이온)가 ⓐ(질산 이온)로 전환되는 과정에 관여한다.

ㄷ. ㉠(탈질산화 세균)과 ㉡(질소 고정 세균)은 모두 생태계의 구성 요소 중 생물적 요인에 해당한다. 대기 중의 질소 기체, 토양 속 질산 이온 등이 비생물적 요인에 해당한다.

07 정답 ⑤ * 질소 순환 ····· [정답률 86%]

그림은 식물 X의 뿌리혹에 서식하는 세균 Y를 나타낸 것이다. Y는 N_2를 이용해 합성한 NH_4^+을 X에게 제공하며, X는 양분을 Y에게 제공한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. X는 단백질 합성에 NH_4^+을 이용한다.
→ X는 암모늄 이온(NH4+)을 이용해 단백질을 합성

ㄴ. Y에서 질소 고정이 일어난다.
→ 질소 고정 세균인 Y에서 질소 고정이 일어남

ㄷ. X와 Y 사이의 상호 작용은 상리 공생이다.
→ X와 Y 모두 이익을 얻는 상리 공생 관계

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- X 콩과 식물: 식물은 대기 중의 질소 기체를 물질대사에 직접 이용할 수 없으므로 질소 고정 세균과 공생하여 암모늄 이온과 같은 형태로 질소를 제공 받는다. 콩과 식물은 뿌리혹박테리아와 공생 관계이다.
- Y 뿌리혹박테리아: 뿌리혹박테리아는 질소 고정 세균으로 대기 중의 질소 기체를 암모늄 이온과 같이 식물이 이용할 수 있는 형태로 전환한다.

| 보기 분석 |

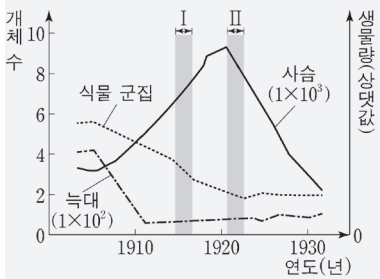
ㄱ. X는 생산자로 물에 녹을 수 있는 암모늄 이온(NH_4^+)과 질산 이온(NO_3^-) 등을 이용해 단백질과 같은 복잡한 질소 화합물을 합성한다.

ㄴ. 질소 고정 세균인 Y에서 대기 중의 질소 기체를 암모늄 이온(NH_4^+)과 같이 식물이 이용할 수 있는 형태로 전환하는 질소 고정이 일어난다.

ㄷ. 세균 Y는 식물 X로부터 서식처와 포도당과 같은 영양분을 제공받고, 식물 X는 세균 Y로부터 질소 화합물을 합성하기 위한 암모늄 이온(NH_4^+)을 제공받는다. 두 종이 모두 이익을 얻으므로 이들의 상호 작용은 상리 공생이다.

08 정답 ④ * 개체군 간의 상호 작용 ····· [정답률 80%]

그림은 어떤 지역에서 늑대의 개체 수를 인위적으로 감소시켰을 때 늑대, 사슴의 개체 수와 식물 군집의 생물량 변화를, 표는 (가)와 (나) 시기 동안 이 지역의 사슴과 식물 군집 사이의 상호 작용을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 Ⅰ과 Ⅱ를 순서 없이 나타낸 것이다.



시기	상호 작용
(가) Ⅱ	식물 군집의 생물량이 감소하여 사슴의 개체 수가 감소한다.
(나) Ⅰ	사슴의 개체 수가 증가하여 식물 군집의 생물량이 감소한다.

→ Ⅰ과 Ⅱ 시기 모두 식물 군집의 생물량이 감소한 시기로 사슴 개체군에 먹이 부족 등의 환경 저항이 작용하고 있음

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (3점)

[보기]

ㄱ. (가)는 Ⅱ이다. → (가)는 Ⅱ

ㄴ. Ⅰ 시기 동안 사슴 개체군에 환경 저항이 작용하였다.
→ Ⅰ과 Ⅱ 시기 모두에서 사슴 개체군에 환경 저항이 작용함

ㄷ. 사슴의 개체 수는 포식자에 의해서만 조절된다.
→ 사슴의 개체 수는 식물 군집과 포식자에 의해 조절

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): 사슴의 개체 수가 감소한 Ⅱ 시기이다. 먹이 부족 등의 환경 저항이 작용하고 있기 때문에 사슴의 개체수가 급격히 감소한 것이다.
- (나): 사슴의 개체 수가 증가해 식물 군집의 생물량이 감소한 Ⅰ 시기이다. 식물 군집의 생물량이 감소했다는 것은 먹이 부족 등의 환경 저항이 작용하고 있는 것으로 이후 사슴의 개체 수가 일정 수준 이상 증가하지 못하고 감소하게 된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 식물 군집의 생물량이 감소하고 사슴의 개체 수도 감소하는 Ⅱ 시기에 해당한다.

ㄴ. Ⅰ 시기와 Ⅱ 시기 모두 사슴의 먹이인 식물 군집의 생물량이 감소한 시기로 사슴 개체군에 먹이 부족 등의 환경 저항이 작용하고 있다.

ㄷ. 포식자인 늑대의 개체 수를 인위적으로 감소시켰는데도 사슴의 개체 수가 조절되는 것은 사슴의 먹이인 식물 군집의 생물량에 의한 것으로 사슴의 개체 수는 포식자에 의해서만 조절되지 않는다.

T 생물의 다양성

내신 대비 필수 문제 문제편 247~250p

01 정답 ③ * 생물 다양성의 의미

| 문제+자료 분석 |

- 동일한 종인 쥐의 개체군 내에서 대립유전자가 다양한 (가)는 유전적 다양성, 한 지역 내에서 다양한 종의 생명체가 서식하는 (나)는 종 다양성, 삼림, 하천 등의 생태계가 다양한 (다)는 생태계 다양성을 의미한다.

| 선택지 분석 |

③ (가)는 유전적 다양성, (나)는 종 다양성, (다)는 생태계 다양성이다.

02 정답 ② * 생물 다양성

| 문제+자료 분석 |

- **유전적 다양성**: 개체군 내의 개체들이 유전자 변이로 인해 다양한 형질이 나타나는 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 유전적 다양성은 동물뿐만 아니라 식물, 조류 등 모든 생물에서 나타난다.
ㄴ. 종 내에 다양한 대립유전자는 자손의 형질을 다양하게 만든다.
ㄷ. 지역에 따라서 생물종이 다양하게 분포하는 것은 유전적 다양성이 아니라 종 다양성에 해당한다.

03 정답 ② * 생물 다양성의 의미

| 문제+자료 분석 |

- **(가)**: 개체군 내에서 다양한 형질을 가지고 있는 것은 유전적 다양성이다.
- **(나)**: 군집 내에서 생물종의 다양함을 의미하는 것은 종 다양성이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 같은 종에서 유전자의 다양함을 의미하는 유전적 다양성이다. 유전적 다양성이 높은 종은 다양한 형질이 있어 급격한 환경 변화가 일어나도 멸종될 가능성이 낮다.
ㄴ. (나)는 일정 지역에 서식하는 생물종의 다양함을 의미하는 종 다양성이다.
ㄷ. 무당벌레의 날개 무늬를 결정하는 데 관여하는 유전자가 다양하기 때문에 무당벌레의 날개 무늬는 다양하게 나타난다. 따라서 (가)의 예이다.

04 정답 ③ * 생물 다양성 ····· [정답률 74%]

| 문제+자료 분석 |

- **생물 다양성**: 일정한 지역에 존재하는 생물의 다양한 정도이다.
- ㉠ 유전적 다양성: 같은 종에서 나타나는 유전자의 다양한 정도이다.
- **종 다양성**: 한 생태계 내에 존재하는 생물종의 다양한 정도이다.
- **생태계 다양성**: 삼림, 초원, 바다 등 생물 서식지의 다양한 정도이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 생물 다양성은 유전적 다양성, 생물종의 다양성, 생물이 서식하는 다양성을 포함한다.
ㄴ. 같은 종의 초파리 개체들이 가지는 날개가 다양한 것은 같은 종에서 형질의 다양성을 의미하는 유전적 다양성의 예이다.
ㄷ. 생태계 다양성이 높은 지역에서는 다양한 환경 조건이 존재하여 다양한 종이 나타날 수 있다. 생태계 다양성은 종 다양성에 영향을 준다.

05 정답 ④ * 유전적 다양성

| 문제+자료 분석 |

- 개체군은 일정한 지역에서 같은 종의 개체들이 무리를 이루어 생활하는 집단이다. 따라서 그림은 같은 종에서 나타나는 유전자 변이 수를 나타내고 있으므로 유전적 다양성을 나타낸 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 개체군의 크기에 따른 유전자 변이 수를 나타낸 것으로, 유전적 다양성을 나타낸 것이다.
ㄴ. 개체군의 크기가 크면 유전자 변이 수가 증가하므로 유전적 다양성이 증가한다.
ㄷ. 큰 개체군에서 개체들 사이의 무작위 교배에 의해 다양한 형질이 나타나고 유전자 변이 수를 증가시킨다.

06 정답 ③ * 생태계의 구성 ····· [정답률 75%]

| 문제+자료 분석 |

- A와 B는 생산자이며 생산자를 섭취하는 C, D, E는 1차 소비자이다.
- 생태계 (가)는 먹이 관계가 단순하여 한 종이라도 사라지면 다른 종도 함께 멸종될 수 있지만, 먹이 관계가 복잡한 생태계 (나)는 (가)보다 안정적으로 유지될 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A와 B는 모두 생산자이다.
ㄴ. 먹이 관계가 단순한 (가)에서 D가 사라지면 D의 포식자인 G도 함께 사라진다.
ㄷ. (나)에서 D가 사라지더라도 C와 E가 있기 때문에 G는 멸종하지 않는다. 생태계 평형은 먹이 관계가 복잡한 (나)가 (가)보다 안정적으로 유지된다.

07 정답 ④ * 생물 자원 ····· [정답률 87%]

| 문제+자료 분석 |

- 생물 자원은 인간 생활에 이용하는 자원 중 생물에서 유래한 자원을 의미한다.
- 생물 다양성 감소 원인에는 서식지 파괴와 단편화, 불법 포획과 남획, 환경 오염과 기후 변화, 외래종 도입 등이 있다.

| 선택지 분석 |

A. 생물 자원은 의약품 외에도 인간의 의식주에 쓰이거나, 사회적 · 심미적 가치를 제공하는 데 쓰일 수 있다. 의약품으로 사용될 수 없다고 해서 생물 자원으로서의 가치가 없다고 할 수 없다.
B. 생물 다양성이 높을수록 생물 자원은 풍부해진다. 새로운 종의 발견은 유전자 자원을 증가시킨다.
C. 서식지 파괴는 생물 다양성 감소의 가장 큰 원인이다. 서식지를 보호하는 것은 생물 다양성 보전을 위한 노력 중 하나이다.

08 정답 ② * 군집의 종 다양성 비교

| 문제+자료 분석 |

- (가)와 (나)의 식물 종의 수와 개체 수를 나타내면 표와 같다.

구분	A종	B종	C종	D종	총 개체 수
(가)	12	1	1	1	15
(나)	5	3	3	4	15

- 종의 수는 4종으로 같지만 (가)가 (나)보다 종들의 개체 수가 균등하므로 종 다양성은 (가)가 (나)보다 높다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 종의 수가 같아도 각 종의 비율에 따라 종 다양성이 다르다.
ㄴ. 총 개체 수가 같아도 종의 수와 각 비율에 따라 종 다양성이 다르다.
ㄷ. 종 다양성은 종의 수와 종의 비율을 모두 고려한 개념으로, 종의 수와 총 개체 수가 같고 종의 비율은 (가)보다 (나)에서 더 고르므로 (나)가 (가)보다 종 다양성이 더 높다.

09 정답 ① * 생물의 다양성

• 종 풍부도: (가)=(나), • 종 균등도: (가)>(나)

구분	개체 수				
	종 A	종 B	종 C	종 D	종 E
(가)	5	3	7	4	6
(나)	9	2	11	1	2

| 문제+자료 분석 |

• 종 다양성은 어느 한 군집에 다양한 생물종이 균등하게 분포하는가를 나타낸 것이다.
• 종의 수가 다양하고 균등도가 높을수록 종 다양성이 높다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 종 A~E까지의 개체 수가 모두 고르게 분포한 반면 (나)는 종 A와 종 C가 대부분을 차지하고 있으므로 (가)가 (나)보다 각 종이 고르게 분포되어 있다.
ㄴ. (가)와 (나)의 종 수가 같으나 (가)에서 종 균등도가 높으므로 종 다양성이 높다.
ㄷ. (나)가 종 다양성이 낮으므로 생태계가 안정적으로 유지될 가능성이 낮다.

10 정답 ① * 서식지 단편화

| 문제+자료 분석 |

• 서식지가 단편화되면 서식지의 가장자리 면적이 증가하고 서식지 내부 면적이 감소하여 서식지 내부에 서식하는 종 B는 멸종할 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 서식지가 분할되면 가장자리 면적은 증가하고 내부 면적은 감소하므로 $\frac{\text{내부 면적}}{\text{가장자리 면적}}$은 감소한다.
ㄴ. 도로를 건설한 후에는 서식지 단편화에 의해 생물종이 감소하여 도로를 건설하기 전보다 생물 다양성이 낮다.
ㄷ. 종 A~C의 개체 수가 모두 감소하였으므로 건설 후 종 다양성이 감소했다.

11 정답 ④ * 서식지 단편화

| 문제+자료 분석 |

• (다)는 단편화된 서식지이며, (나)는 (가)의 서식지를 분할했지만 생태 통로로 연결된 서식지이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (다)는 (나)의 이끼 중간을 제거한 단편화된 서식지이다.
ㄴ. 단편화되지 않은 서식지 (가)가 가장 넓은 면적을 가지고 있으므로 (가)에 서식하는 소형 동물 종 수가 가장 다양할 것이다.
ㄷ. 서식지가 단편화된 (다)보다 서식지가 연결된 (나)에 서식하는 소형 동물 종 수가 더 다양할 것이다.

12 정답 ③ * 생물 다양성 보존 대책

| 문제+자료 분석 |

• 파나마병이 발생했을 때 그로 미쉘 품종이 멸종한 것을 통해 그로 미쉘 품종은 유전적 다양성이 낮은 종인 것을 알 수 있다.
• 반면, 유전적 다양성이 높은 종은 살아 남을 수 있는 유리한 형질을 가진 개체가 존재할 확률이 높아 멸종될 확률이 낮다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 품종은 동일한 종에 속하므로 바나나에 ㉠과 ㉡처럼 서로 다른 품종이 있는 것은 유전적 다양성이다. 생태계 다양성은 생물의 서식지인 생태계의 다양한 정도를 의미하는 것으로, 생태계에 따라 환경 요인과 서식하는 생물종이 달라진다.
ㄴ. 줄기의 일부를 옮겨 심는 단일 품종 교배(㉢)는 똑같은 유전자를 가진 개체의 수를 늘리는 번식 방법이므로 유전적 다양성을 낮춘다. 유전적 다양성을 높일 수 있는 번식 방법에는 유성 생식이 있다.
ㄷ. 종자은행은 식물 종의 보존을 위해 종자를 장기간 보관해 두는 곳으로 야생 식물의 다양한 유전 형질을 보존하고 있어 멸종(㉣) 가능성을 낮출 수 있다.

* 생물 다양성

유전적 다양성	한 개체군 내에 존재하는 유전적 변이의 다양한 정도이다.
종 다양성	한 생태계 내의 군집에 서식하고 있는 생물종의 다양한 정도이다.
생태계 다양성	일정한 지역에 존재하는 생태계의 다양한 정도이다.

13 정답 ① * 생물 다양성 감소

| 문제+자료 분석 |

• 붉은귀거북은 고유종인 토종 거북의 개체 수를 줄어들게 만드는 외래종이다. 외래종은 먹이 사슬에 변화를 일으켜 생태계를 교란시킨다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 붉은귀거북은 원래 서식지를 벗어나 애완용으로 국내에 유입된 외래종이다.
ㄴ. 편리공생 관계는 한 종은 이익을 얻지만, 다른 한 종은 이익도 손해도 없는 경우이다. ㉠과 ㉡은 서식지가 겹쳐 경쟁하는 관계로, 남생이의 개체 수가 매우 줄어든 상태이므로 편리공생 관계가 아니다.
ㄷ. ㉢은 ㉡의 개체 수를 보존하기 위한 과정이다.

14 정답 ② * 생물 다양성 ····· [정답률 86%]

| 문제+자료 분석 |

• A: 생태 통로는 서식지가 절단되는 것을 막기 위해 야생 동물이 지나는 길을 인공적으로 만든 것이다. 서식지 단편화로 인한 생물 다양성 감소를 막아주는 역할을 한다.
• B: 인간의 생활에 이용하는 자원 중 생물로부터 얻은 것을 생물 자원이라 하며 생물 자체를 이용하는 것뿐만 아니라 생물의 유전자 자원 등을 모두 포함한다.
• C: 생물 다양성을 보전하는 것은 전 지구적인 차원의 문제이므로 다양한 환경 협약을 통해 생물 다양성을 보전하고자 국제적으로 노력하고 있다.
예 람사르 협약

| 선택지 분석 |

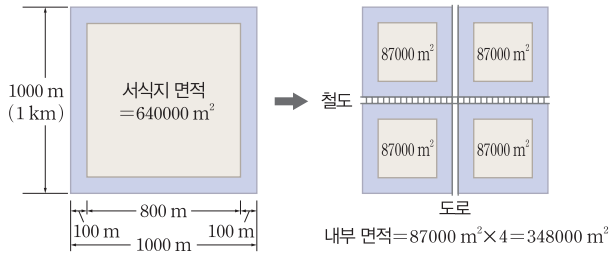
A. 생태 통로를 만드는 것은 생물 다양성을 보전하기 위한 방안 중 하나이다.
B. 생물 다양성이 감소하면 사람이 이용할 수 있는 생물 자원의 종류가 감소한다.
C. 람사르 협약은 중요한 습지와 습지의 자원을 보전하기 위한 국제 환경 협약으로 생물 다양성을 보전하기 위한 방안이다.

15 핵심 키워드: 생태 통로, 서식지 단편화

모범 답안 ㉠ 나누어진 서식지 사이에 생태 통로를 건설해 생물종의 이동 경로를 보장해주어야 합니다. ㉡ 이렇게 서식지가 나누어지는 현상을 서식지 단편화라고 합니다.

| 문제+자료 분석 |

- 도로 건설 등으로 인해 대규모의 연속된 서식지가 소규모로 분할되어 생물 이동을 제한하고 개체군의 크기를 감소시키는 것을 서식지 단편화라 한다.
- 단편화된 서식지 사이에 생태 통로를 건설해 생물의 이동 경로를 보장하면 사고를 방지할 수 있다.



▲ 서식지 단편화

＊채점 기준

㉠과 ㉡을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
㉠과 ㉡ 중 하나만 옳게 서술한 경우	50 %

내신 1등급 문제 문제편 250p

16 정답 ③ ＊유전적 다양성

구분	A			B	C
	황색	녹색	갈색		
건설 전	30	30	30	90	90
건설 후	0	0	50	70	20

열성인 갈색만 남음 — 도로 건설 후 사라짐 — 도로 건설 후 증가 — 도로 건설 후 감소

| 문제+자료 분석 |

- 도로 건설 전과 비교했을 때 건설 후에는 종 A, B, C의 구성 비율이 고르지 않으며, 도로가 종 다양성에 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있다.
- 종 A의 경우 황색과 녹색은 사라졌으나, 갈색의 개체 수가 증가한 것을 통해 도로 건설로 인해 갈색의 종 A가 자연 선택되었다고 판단할 수 있다.

| 보기 분석 |

㉠ 생물 다양성 중 종 다양성은 한 지역 내 종의 다양한 정도를 의미한다. 종의 수가 많을수록, 종의 비율이 고를수록 생물 종 다양성이 높다. 도로 건설 후 종 B가 멸종하면서 종 다양성이 감소했다.

㉡ 유전적 다양성은 같은 종이라도 모양, 크기, 색 등이 다르며, 종 내에 다양한 유전자가 있으면 자손이 다양해진다. 유전적 다양성이 낮은 종은 환경이 급격히 변하거나 전염병이 발생했을 때 살아남을 수 있는 확률이 낮다.

ㄷ. 상대 밀도는 $\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{전체 개체 수}} \times 100(\%)$로 구한다. 따라서 B는 상대 밀도가 증가하였고, C는 감소하였다.

수능 대비 기출 문제 문제편 252p

01 정답 ③ ＊생물 다양성 ····· [정답률 72%]

생물 다양성에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

㉠ 불법 포획과 남획에 의한 멸종은 생물 다양성 감소의 원인이 된다.
→ 생물 다양성 감소의 주요 원인에는 서식지 파괴 및 단편화, 불법 포획과 남획, 환경 오염과 기후 변화, 외래종의 도입이 있음

ㄴ. 생태계 다양성은 어느 한 군집에 서식하는 생물종의 다양한 정도를 의미한다.
→ 한 지역에서 생물종의 다양한 정도는 종 다양성을 의미함

㉢ 같은 종의 기린에서 털 무늬가 다양하게 나타나는 것은 유전적 다양성에 해당한다.
→ 유전적 다양성은 같은 종이라도 개체군 내 개체들이 유전자의 변이로 다양한 형질이 나타나는 것을 의미

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- **생물 다양성**: 다양한 환경에 다양한 생물이 살고 있는 것을 의미하며, 생물종의 다양함 뿐만 아니라 각각의 생물종이 가지는 유전 정보의 다양함, 생물과 환경이 상호 작용하는 생태계의 다양성까지 모두 포함한다.

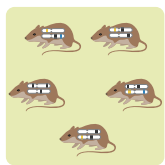
| 보기 분석 |

㉠ 생물 다양성 감소의 주요 원인에는 서식지 파괴, 서식지 단편화, 불법 포획, 남획, 환경 오염, 기후 변화, 외래종 도입 등이 있다.

ㄴ. 한 지역에 서식하는 생물종의 다양한 정도를 의미하는 것은 종 다양성이다. 생태계 다양성은 어떤 지역에 사막, 초원, 삼림, 습지, 산, 호수, 강, 바다 등 다양한 생태계가 존재함을 의미한다. — 주의

㉢ 유전적 다양성은 같은 종이라도 개체군 내의 개체들이 유전자의 변이로 인해 다양한 형질이 나타나는 것을 의미하며, 그 예로는 같은 종의 기린에서 나타나는 다양한 털 무늬, 아시아무당벌레의 다양한 색과 반점 무늬 등이 있다.

＊생물 다양성


유전적 다양성

종 다양성

생태계 다양성

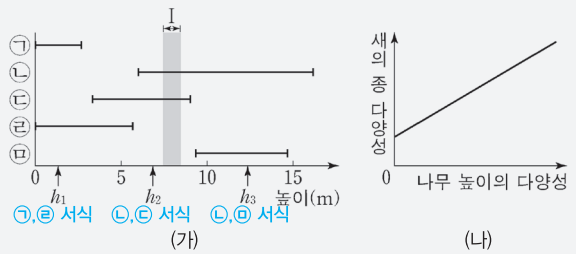
유전적 다양성	한 개체군 내에 존재하는 유전적 변이의 다양한 정도이다.
종 다양성	한 생태계 내의 군집에 서식하고 있는 생물종의 다양한 정도이다.
생태계 다양성	일정한 지역에 존재하는 생태계의 다양한 정도이다.

＊불법 포획과 남획

야생 동물의 밀렵과 희귀 식물의 채취가 과도하면 개체군의 크기를 다시 회복하지 못하거나 멸종할 수 있다.

02 정답 ① ＊종 다양성 ····· [정답률 84%]

그림 (가)는 어떤 숲에 사는 새 5종 ㉠~㉤이 서식하는 높이 범위를, (나)는 숲을 이루는 나무 높이의 다양성에 따른 새의 종 다양성을 나타낸 것이다. 나무 높이의 다양성은 숲을 이루는 나무의 높이가 다양할수록, 각 높이의 나무가 차지하는 비율이 균등할수록 높아진다.



(가) (나)

→ 나무 높이의 다양성이 높아질수록 서식하는 새의 종 다양성도 높아짐

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. ㉠이 서식하는 높이는 ㉤이 서식하는 높이보다 낮다.
→ ㉠이 서식하는 높이는 5종 중 가장 낮음

ㄴ. 구간 I에서 ㉡은 ㉢과 한 개체군을 이루어 서식한다.
→ 구간 I에서 ㉡과 ㉢은 군집을 이룸

ㄷ. 새의 종 다양성 높이가 h_3인 나무만 있는 숲에서가 높이가 h_1, h_2, h_3인 나무가 고르게 분포하는 숲에서보다 높다.
→ 높이가 h_1, h_2, h_3인 나무가 고르게 분포하는 숲에서 새의 종 다양성이 높음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- (가): 높이가 h_1인 나무는 비교적 낮은 나무로 ㉠과 ㉣이 서식 가능하며 높이가 h_3인 나무는 비교적 높은 나무로 ㉡과 ㉤이 서식 가능하다.
- (나): 나무 높이의 다양성이 높아질수록 서식하는 새의 종 다양성도 높아진다.

| 보기 분석 |

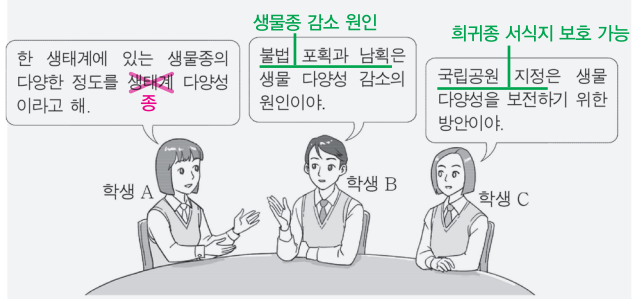
ㄱ. ㉠은 높이가 h_1인 나무 등 낮은 높이에서 서식하며, ㉤은 높이가 h_3인 나무 등 높은 높이에서 서식한다. ㉠이 서식하는 높이는 ㉤이 서식하는 높이보다 낮다.

ㄴ. ㉡과 ㉢은 서로 다른 종이므로 하나의 개체군이 될 수 없으며 구간 I에서 군집을 이루어 서식한다.

ㄷ. 새의 종 다양성은 나무 높이의 다양성이 높아질수록 높아진다. 높이가 h_1, h_2, h_3인 나무가 고르게 분포하는 숲에서가 높이가 h_3인 나무만 있는 숲에서보다 새의 종 다양성이 높다.

03 정답 ④ ＊생물 다양성 ····· [정답률 56%]

다음은 생물 다양성에 대한 학생 A~C의 대화 내용이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

① A ② C ③ A, B ④ B, C ⑤ A, B, C

| 문제+자료 분석 |

- 생물 다양성: 한 개체군 내에서의 유전적 다양성, 생태계를 구성하는 종 다양성, 일정한 지역에서 나타나는 생태계 다양성을 모두 포함한다.

| 선택지 분석 |

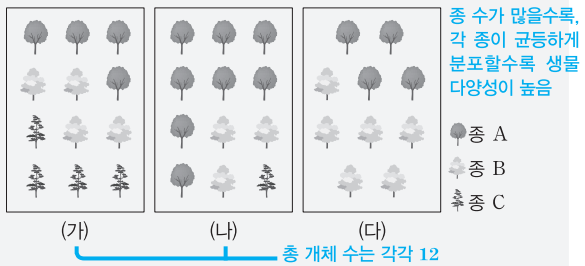
A. 한 생태계에 있는 생물 종의 다양한 정도는 종 다양성이다. 생태계 다양성은 일정한 지역에 존재하는 생태계의 다양한 정도를 말한다.

B. 생물 다양성 감소의 원인은 서식지 파괴와 단편화, 불법 포획과 남획, 외래 생물(외래종)의 도입, 환경 오염과 기후 변화 등이 있다.

C. 생물 다양성을 보전하기 위한 방안으로는 서식지 보호(생태 통로 설치, 보호 구역 지정), 생물종 보전 사업(멸종 위기종 지정 및 복원 사업, 종자 은행), 외래 생물로 인한 피해 방지, 법률 제정 및 국제 협약 가입 등이 있다.

04 정답 ① ＊종 다양성 ····· [정답률 65%]

그림은 서로 다른 지역 (가)~(다)에 서식하는 식물 종 A~C를 나타낸 것이고, 표는 종 다양성에 대한 자료이다. (가)~(다)의 면적은 모두 같다.



- 어떤 지역의 종 다양성은 종 수가 많을수록, 전체 개체 수에서 각 종이 차지하는 비율이 균등할수록 높아진다.

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C 이외의 종은 고려하지 않는다.) (3점)

[보기]

ㄱ. 식물의 종 다양성은 (가)에서가 (나)에서보다 높다.
→ (가)와 (나)에서 종 수는 동일하고 (나)보다 (가)에서 각 종이 차지하는 비율이 균등하므로 종 다양성이 높음

ㄴ. A의 개체군 밀도는 (가)에서가 (다)에서보다 낮다.
→ A의 개체군 밀도는 (가)와 (다)에서 같음

ㄷ. (다)에서 A는 B와 한 개체군을 이룬다.
→ A와 B는 서로 다른 개체군을 이룸

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- 종 다양성은 종의 수가 많고 분포 비율이 고를 때 높다.
- (가)와 (나) 지역에서 종 수는 동일하지만 각 종이 차지하는 비율은 (가) 지역이 (나) 지역보다 더 균등하므로 (가)의 종 다양성이 더 높다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 종 다양성은 같은 면적의 지역 내에서 종의 수가 많을수록, 각 종이 차지하는 비율이 균등할수록 높아진다.
(가)와 (나)에서 종의 수는 동일하지만, (가)에서 A~C의 개체 수는 4로 각 종이 균등한 비율로 분포하므로 종 다양성은 (가)에서가 (나)에서보다 높다.

ㄴ. 개체군의 밀도는 일정한 면적에 서식하는 개체의 수로 구할 수 있다.
(가)와 (다) 지역의 면적은 동일하고, 지역에 서식하는 A의 개체 수도 4로 동일하므로 개체군 밀도는 (가)와 (다)에서 동일하다.

ㄷ. 개체군은 동일한 개체가 특정한 지역 내에서 집단을 이루어 서식하는 것을 뜻한다. A와 B는 서로 다른 종이므로 서로 다른 두 개의 개체군을 이룬다.

주의

특별 부록 내신+수능 대비 단원별 TEST

A 생물의 특성 문제편 254~255p

01 정답 ① * 생물의 특성 ····· [정답률 95%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠: 열 방출에 효과적인 사막여우의 큰 귀는 더운 지역에 적응하여 진화한 예이다.
- ㉡: 끈끈이주걱의 잎에 있는 털에 곤충이 접촉할 때 털을 구부러뜨리는 것은 자극에 대한 반응의 예이다.

| 선택지 분석 |

① 적응과 진화는 생물이 환경에 적응해 나가면서 새로운 종으로 진화하는 것이다. 자극에 대한 반응은 생물이 환경 변화를 자극으로 받아들여 그 자극에 적절히 반응하여 생명체를 보호하는 것이다.

02 정답 ② * 생물의 특성 ····· [정답률 90%]

| 문제+자료 분석 |

- 소화액을 이용하여 소화(㉠)하는 것은 생물의 특성 중 물질대사에 해당한다.
- 소화는 큰 영양소를 흡수 가능한 작은 영양소로 분해하는 것이므로 고분자 물질을 저분자 물질로 분해하는 이화 작용에 속한다.

| 선택지 분석 |

① 미모사의 잎을 건드리면 잎이 접히는 것은 자극에 대한 반응이다.
② 벼가 빛에너지를 흡수하여 양분을 합성하는 것은 생물의 특성 중 물질대사에 해당한다. 광합성은 물질대사 중 동화 작용에 해당한다.
③ 색맹인 어머니에게서 적록 색맹인 아들이 태어나는 것은 생물의 특성 중 유전에 해당한다. 색맹은 X 염색체 유전되는 형질로 어머니가 색맹이면 아들은 항상 색맹의 형질을 가지고 태어난다.
④ 지렁이에게 빛을 비추면 어두운 곳으로 이동하는 것은 자극에 대한 반응이다. 빛은 자극, 어두운 곳으로 이동하는 행동은 반응에 해당한다.
⑤ 사마귀는 포식자에게 잡아먹히는 환경에서 생존하기 위해 주변 환경과 비슷한 생김새를 갖도록 진화한 것으로 생물의 특성 중 '적응과 진화'에 해당한다.

03 정답 ④ * 생물의 특성

| 문제+자료 분석 |

- 혈우병 유전자를 가진 빅토리아 여왕으로부터 혈우병이 퍼진 것은 생물의 특성 중 유전 현상이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 거미줄의 진동을 느끼고 거미가 먹이를 먹는 것은 자극에 대한 반응이다.
ㄴ. 보조개가 있는 부모에서 보조개가 있는 딸이 태어나는 것은 유전 현상이다.
ㄷ. 적록 색맹인 어머니로부터 태어난 아들이 적록 색맹인 것은 부모의 형질을 자손이 물려받는 유전의 특성이다.

04 정답 ③ * 화성 생명체 탐사 실험

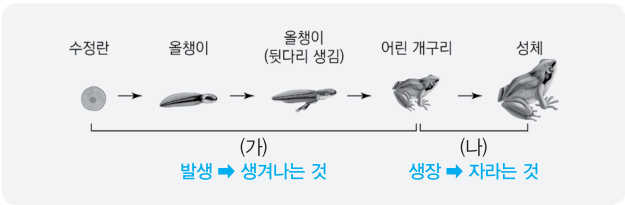
| 문제+자료 분석 |

- 화성 토양에 세포 호흡을 하는 생명체가 있다면 방사성 영양소를 분해해 방사성 기체가 발생될 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. '생명체는 물질대사를 한다.'는 특성을 이용해 방사성 물질이 함유된 영양소를 물질대사를 통해 분해하여 방사성 기체가 발생하는지 알아보는 실험이다.
ㄴ. 화성의 토양에 생명체가 존재한다면 세포 호흡과 같은 이화 작용을 통해 방사성 물질이 함유된 영양소를 분해하고 그 결과 방사성 기체가 발생할 것이다.
ㄷ. 방사성 물질이 함유된 영양소와 같은 복잡한 물질을 분해하여 방사성 기체와 같은 간단한 물질이 생성되는 과정을 이화 작용이라 한다.

05 정답 ⑤ * 생물의 특성 ····· [정답률 79%]



| 문제+자료 분석 |

- (가): 수정란이 세포 분열과 분화 과정을 거쳐 하나의 개체가 되기까지의 과정을 발생라 한다.
- (나): 어린 개체가 세포 분열을 통해 성체가 되는 것을 생장이라 한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 수정란(개구리 알)이 올챙이를 거쳐 개구리가 되는 과정에서 세포 분열이 일어나 세포 수가 증가하고 조직과 기관으로 분화되는 발생과 생장이 일어난다.
ㄴ. 어린 개구리가 성체가 되는 과정에서 세포 분열을 통해 세포 수가 늘어나는 생장이 일어난다.
ㄷ. 생명체에서 일어나는 모든 화학 반응을 물질대사라고 한다. 개구리의 수정란이 성체가 되는 과정에서 생명을 유지하기 위해 생물체에서 다양한 화학 반응이 일어나므로 (가)와 (나) 과정에서 물질대사가 일어난다.

06 정답 ③ * 바이러스의 특성

| 문제+자료 분석 |

- (가)는 짚신벌레로 단세포 생물의 한 종류이고, (나)는 바이러스인 박테리오파지이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 짚신벌레는 생물이며, 분열법으로 생식을 한다. 다른 방식으로 생식하는 생물 중에는 출아법으로 생식하는 효모, 생식세포의 수정을 통해 생식하는 인간 등이 있다.
ㄴ. 생물인 짚신벌레는 세포막과 리보솜 등의 세포 소기관이 존재하지만, 바이러스인 박테리오파지는 세포막과 리보솜이 없어 세포의 구조를 가지지 못하고, 효소가 없기 때문에 독립적으로 물질대사를 하지 못한다.
ㄷ. 짚신벌레와 박테리오파지 모두 유전 물질인 핵산을 가지고 있다.

07 정답 적응

| 문제+자료 분석 |

- 환경에 따라 생물의 기능, 습성 등이 변하는 현상을 적응이라 한다.
- 고산 지대에 사는 사람이 저지대에 사는 사람보다 적혈구 수가 많은 것은 적응의 예이다. 적응에 의한 생물의 특성 변화는 환경에 따라 가역적으로 변할 수 있다.

* 적응과 진화의 예
  - 선인장은 사막에 적응하여 잎이 변한 가시를 가진다.
  - 크고 단단한 종자를 먹는 핀치는 턱 근육이 발달되어 있다.
  - 살충제를 사용한 후 살충제 저항성이 있는 바퀴벌레가 나타났다.

08 정답 ④ * 생물과 비생물의 특성

| 문제+자료 분석 |

- 강아지는 생물이므로 생물의 특성을 모두 만족시키며, 강아지 로봇은 생물이 아니므로 생물의 특성을 모두 만족시키지는 못한다.

| 선택지 분석 |

① 세포는 생물을 구성하는 구조적 · 기능적 기본 단위로, 비생물인 강아지 로봇은 세포로 이루어져 있지 않다.
② 물질대사는 생물에서 효소를 이용해 일어나는 화학 반응으로, 생물은 물질대사를 통해 필요한 물질을 만들고 에너지를 얻는다. 강아지 로봇은 비생물로 스스로 물질대사를 할 수 없다.
③ 생식 과정에서 어버이의 유전 물질이 자손으로 전달되기 때문에 자신을 닮은 자손을 만들게 된다. 강아지 로봇은 유전 물질을 가지지 않아 유전 현상이 일어나지 않는다.
④ 발생은 하나의 세포인 수정란이 개체가 되기까지의 과정이며 이 개체는 세포 분열을 하여 생장한다. 강아지는 발생 과정을 거쳐 하나의 개체가 되고 생장하는 생물이지만, 강아지 로봇은 비생물로 세포 분열이 일어나지 않기 때문에 발생, 생장 등의 과정이 없다.
⑤ 생물인 강아지는 환경과 상호 작용하면서 구조, 기능, 생활 습성 등이 변화할 수 있다.

* 생물의 특성

세포로 구성	모든 생물은 세포로 구성된다.
물질대사	자신의 효소를 가지고 있어서 스스로 물질대사가 가능하다.
자극에 대한 반응	외부 자극을 받아들이고 적절히 반응한다.
항상성	체내외 환경의 변화에 관계없이 체내 상태를 일정하게 유지한다.
발생과 생장	수정란으로부터 하나의 개체로 발생하고, 생장한다.
생식과 유전	자신을 닮은 자손을 낳아 종족을 보존한다.
적응과 진화	환경 변화에 맞게 변화, 종 분화. 환경에 적응하고 진화한다.

09 정답 ③ * 생물과 비생물의 특성

| 문제+자료 분석 |

- 사람은 생물이며, 바이러스는 세포로 이루어져 있지 않은 비생물이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 사람과 바이러스 중 사람만 가지고 있는 특성으로, '세포로 이루어져 있음'이 그 예이다. 바이러스는 유전 물질을 단백질이 감싸고 있는 구조로, 세포로 이루어져 있지 않다.
ㄴ. B는 사람과 바이러스 모두 가지고 있는 특성이다. 사람과 바이러스 모두 유전 물질을 가지고 있다.
ㄷ. C는 사람과 바이러스 중 바이러스만 가지고 있는 특성으로, '스스로 물질대사를 할 수 없음'이 그 예이다. 바이러스는 스스로 물질대사를 하지 못하고 살아 있는 생물의 세포 안에서만 물질대사를 할 수 있다.

내신 수능 B 생명 과학의 특성과 탐구 방법

문제편 256 ~ 258p

01 정답 ⑤ * 생명 과학의 특성

| 문제+자료 분석 |

- 생명 과학은 분자, 세포, 조직, 기관, 개체, 개체군, 군집, 생태계 등 다양한 범위의 대상을 통합적으로 연구한다.

| 선택지 분석 |

⑤ 생물 관찰 도구인 현미경을 만들기 위한 금속 재료는 생명 과학의 연구 대상이 아니다. 단, 금속 공학이 발달하여 생물 관찰을 위한 현미경의 성능이 올라가게 되면 이는 생명 과학이 다른 학문과 통합적으로 발달하는 특성의 예시가 된다.

02 정답 ② * 생명 과학의 특성 ····· [정답률 87%]

| 문제+자료 분석 |

- **생명 과학**: 생물의 특성과 다양한 생명 현상을 연구하는 학문이다.
- 생명 과학은 화학, 의학, 정보학 등의 다른 학문 분야와 연계되어 발전하면서 생화학, 의생명 과학, 생물 정보학과 같은 여러 통합 학문이 생겨나고 있다.

| 선택지 분석 |

A. 생명 과학은 생물을 구성하는 작은 분자 수준에서부터 세포, 조직, 기관, 개체 수준을 거쳐 개체군과 군집, 생태계에 이르기까지 생명 현상과 관련된 모든 단계를 연구 대상으로 한다.
B. 생명 과학의 연구 성과는 삶과 환경을 개선하고 질병, 환경 문제, 기후 변화 문제 해결 등 인류의 복지 향상에 기여하는 학문이다.
C. 생명 과학은 물리학, 화학과 같은 다른 과학 분야의 연구 성과를 활용하여 발전하였고, 다른 과학 분야에도 영향을 주는 통합적 특성을 가지고 있다.

03 정답 ④ * 연역적 탐구 방법

| 문제+자료 분석 |

- 의문에 대한 잠정적인 답은 가설(㉠)이다.
- 실험의 타당성을 높이기 위해서 실험군과 대조군(㉡)을 비교한다.
- 가설을 검증하기 위해 실험에서 의도적으로 변화시킨 변인을 조작 변인(㉢)이라 하며, 독립변인 중에서 조작 변인 외에 실험에서 일정하게 유지하는 변인을 통제 변인이라고 한다.

| 선택지 분석 |

④ ㉠은 가설, ㉡은 대조군, ㉢은 조작 변인이다.

04 핵심 키워드: **세포설, 귀납적 탐구 방법, 관찰**

모범 답안 세포설의 확립 과정에서 가설을 설정하지 않고 관찰 결과를 종합하여 결론을 도출하였으므로 귀납적 탐구 방법이다.

| 문제+자료 분석 |

- 세포가 발견된 이후, 수많은 동물과 식물을 관찰하고 그 결과를 종합하여 '모든 동물과 식물은 세포로 구성되어 있다.'는 세포설을 주장하였으므로 귀납적 탐구 방법에 해당한다.

* 채점 기준

귀납적 탐구 방법인 까닭을 함께 서술한 경우	100 %
귀납적 탐구 방법이라고만 서술한 경우	50 %

내신 수능 A B

05 정답 ③ * 귀납적 탐구 방법

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 귀납적 탐구 방법: 생명 현상이나 연구 대상을 구체적으로 관찰하여 얻은 자료를 종합하고 분석하여 규칙성을 발견하고, 이로부터 일반적인 원리나 법칙을 이끌어내는 탐구 방법이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 자연 현상을 관찰한 후 여러 사실을 종합하고 분석하여 규칙성을 발견해 일반적인 원리나 법칙을 도출하는 탐구 방법을 귀납적 탐구 방법이라 한다.

ㄴ. 여러 식물과 동물을 관찰한 후 규칙성을 발견해 모든 생물은 세포로 이루어져 있다는 일반적인 결론을 도출했으므로 귀납적 탐구 방법의 예이다.

ㄷ. 외부의 생물이 뚜껑을 덮지 않은 병 속으로 들어와 구더기가 생길 것이라는 가설을 세우고 이를 검증하기 위해 뚜껑을 덮은 병과 덮지 않은 병을 준비해 구더기가 발생하는지 알아보는 실험을 수행한 후 결론을 내리는 과정은 연역적 탐구 방법의 예이다.

06 정답 ④ * 생명 과학의 탐구 방법 ····· [정답률 81%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 다윈의 자연 선택설은 자연 현상을 관찰해 얻은 자료를 종합하고 분석하는 과정에서 규칙성을 발견하여 일반적인 원리나 법칙을 이끌어 내는 탐구 방법인 귀납적 탐구 방법에 대한 사례이다.
- (나): 레디의 자연 발생설 부정 실험은 가설을 설정하고 이를 실험을 통해 검증한 연역적 탐구 방법에 대한 사례이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 고기 주위에 파리가 모여든 후 구더기가 생긴 것을 본 것은 생명 과학의 탐구 방법 과정 중 '관찰' 단계에 해당한다.

ㄴ. 연역적 탐구 방법에서 탐구를 수행할 때 결과의 타당성과 신뢰도를 확보하기 위해 대조군과 실험군을 설정하는 대조 실험을 수행한다.

ㄷ. 다윈이 여러 생물을 관찰한 결과를 종합하고 '생물은 진화한다.'라는 결론을 내린 것은 귀납적 탐구 방법에 해당하므로 (가)는 관찰 결과를 종합하고 분석하여 결론을 이끌어내는 연구 방법이다.

07 정답 ② * 연역적 탐구 방법

| 문제+자료 분석 |

- 연역적 탐구 방법은 귀납적 탐구 방법과 달리 가설을 설정하는 단계가 있다.
- (라)에서 가설을 설정하는 것을 통해 주어진 탐구 과정은 연역적 탐구 과정이라는 것을 파악할 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 종속변인은 조작 변인의 영향을 받아 변하는 변인으로, 이 실험의 종속변인은 암컷 천인조에게 선택받은 수컷 천인조의 수이다.

ㄴ. 가설을 설정하고 이를 검증하기 위한 실험을 진행한 후 그 결과가 가설을 지지하는지 알아보는 것은 연역적 탐구 방법이다. 귀납적 탐구 방법은 관찰한 현상들을 종합하고 규칙성을 발견해 일반적인 원리나 법칙을 도출하는 방법이다.

ㄷ. 연역적 탐구 과정은 문제를 인식한 후 잠정적인 결론인 가설을 설정하고 이를 검증하기 위한 실험을 설계 및 수행한 후 결과를 얻는 순서로 진행된다. (나)에서 문제를 인식하고 의문을 가졌으며 (라)에서 암컷 천인조가 꼬리가 긴 수컷을 선택할 것이라는 가설을 설정하고 (가)에서 가설을 검증하기 위한 실험을 설계 및 수행한 후 (다)와 같이 얻어진 실험 결과 자료를 해석한다.

08 정답 ② * 연역적 탐구 방법 ····· [정답률 62%]

| 문제+자료 분석 |

- 연역적 탐구 방법에는 가설 설정과 탐구 설계 단계가 있고, 귀납적 탐구 방법에는 없다. 주어진 탐구 과정은 '가설 설정' 단계가 존재하므로 연역적 탐구 방법이다.
- 가설은 의문에 대한 답을 추측하여 내린 잠정적인 결론이며, 실험이나 관측을 통해 옳은지 그른지 검증될 수 있어야 한다.
- 탄저병 백신을 주사한 집단 A는 실험군, 주사하지 않은 집단은 대조군이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 검증하려는 요인을 변화시킨 A는 실험군, 검증하려는 요인을 변화시키지 않은 B는 대조군이다.

ㄴ. 조작 변인은 가설의 검증을 위해 실험에서 인위적으로 변화시키는 변인이다. 이 실험에서 조작 변인은 탄저병 백신 주사 여부이고, 종속 변인은 탄저병 발병 여부이다.

ㄷ. 주어진 탐구 과정은 가설 설정 단계가 있고, 대조군과 실험군이 설정되었으므로 연역적 탐구 방법으로 수행하였다.

09 정답 ② * 생명 과학의 탐구 방법 ····· [정답률 84%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠은 가설 설정, ㉡은 결론 도출이며, 연역적 탐구 과정은 귀납적 탐구 방법에서와는 달리 가설을 설정한다. 따라서 (가)는 연역적 탐구 방법, (나)는 귀납적 탐구 방법이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 가설 설정(㉠) 단계가 있으므로 연역적 탐구 방법이다.

ㄴ. 연역적 탐구 방법에서는 인식한 문제에 대한 잠정적인 답인 가설을 먼저 설정한 후 탐구 설계 및 수행 단계를 거쳐 가설을 검증해 결론을 도출한다. 따라서 ㉠은 가설 설정, ㉡은 결론 도출이다.

ㄷ. 연역적 탐구 방법 (가)에서는 실험 결과의 타당성을 높이기 위해 대조군과 실험군을 설정하여 대조 실험을 수행한다. 따라서 대조 실험을 수행하는 탐구 방법은 (가)이다.

10 정답 ③ * 연역적 탐구 방법 ····· [정답률 65%]

| 문제+자료 분석 |

- 연역적 탐구 방법은 귀납적 탐구 방법과 달리 가설을 설정하는 단계가 있다.
- (나)에서 가설을 설정하는 것을 통해 주어진 탐구 과정은 연역적 탐구 과정이라는 것을 파악할 수 있다.
- (가)는 관찰 및 문제 인식 단계, (나)는 가설 설정 단계, (다)와 (라)는 탐구 설계 및 수행 단계, (마)는 탐구 결과 정리 단계이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (나)의 '기생충 X가 개구리의 다리 형태에 이상을 일으킬 것이다.'라고 생각한 것은 가설 설정에 해당한다. 가설 설정은 연역적 탐구 방법의 특성이므로, 이 실험은 연역적 탐구 방법을 이용한 탐구이다.

ㄴ. 가설은 의문에 대한 답을 추측하여 내린 잠정적인 결론이며, 실험이나 관측을 통해 옳은지 그른지 검증될 수 있어야 한다. 따라서 (나)는 가설 설정 단계이다.

ㄷ. 기생충 X의 유무는 조작 변인이며, 종속변인은 다리 형태에 이상이 있는 개구리의 비율이다. 조작 변인인 기생충 X의 유무를 제외한 다른 독립변인을 모두 일정하게 유지함으로써 조작 변인의 영향으로 바뀌는 종속변인을 확인할 수 있다.

내신 수능 C 생명 활동과 에너지 문제편 259~261p

01 정답 ⑤ * 물질대사

| 문제+자료 분석 |

- (가): 에너지를 흡수하는 흡열 반응이므로 동화 작용이다.
- (나): 에너지를 방출하는 발열 반응이므로 이화 작용이다.

| 선택지 분석 |

① (가)는 에너지를 흡수하며 저분자 물질이 고분자 물질로 합성되는 동화 작용이다.
② 세포 호흡은 에너지를 방출하는 이화 작용의 예이므로 (나)에 해당한다.
③ (나)는 고분자 물질이 저분자 물질로 분해되는 이화 작용이므로 에너지가 방출된다.
④ 사람의 간세포에서는 (가) 동화 작용과 (나) 이화 작용이 모두 일어난다.
⑤ 그림은 동물에서 일어나는 물질대사를 나타낸 것이므로 (가)와 (나) 모두 효소가 작용한다.

02 정답 ④ * 세포 호흡과 에너지 ····· [정답률 85%]

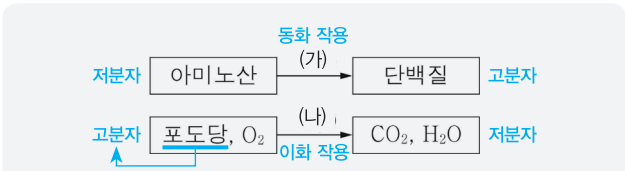
| 문제+자료 분석 |

- 세포가 영양소인 탄수화물, 단백질, 지방을 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지인 ATP를 합성하고, 물과 이산화 탄소를 생성하는 과정이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 미토콘드리아에서는 영양소를 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는 세포 호흡이 일어난다. 세포 호흡은 고분자 물질이 저분자 물질로 분해되는 이화 작용이다. 미토콘드리아에서는 이화 작용뿐만 아니라 동화 작용도 일어나고 있으므로, 미토콘드리아에서 이화 작용만 일어난다고 생각해서는 안 된다.
ㄴ. ATP는 당, 인산, 염기로 구성되고, 이들을 구성하는 원소에는 탄소(C), 산소(O), 질소(N), 인(P)이 있다.
ㄷ. 포도당에 저장된 에너지 일부는 ATP 합성에 이용되고, 나머지 에너지는 열로 방출되어 체온 유지에 이용된다.

03 정답 ④ * 사람의 물질대사 ····· [정답률 80%]



| 문제+자료 분석 |

- (가): 아미노산이 단백질로 합성되는 동화 작용이다.
- (나): 고분자 물질인 포도당이 산소와 반응하여 저분자 물질인 이산화 탄소와 물로 분해되는 세포 호흡이다. 세포 호흡은 이화 작용의 예이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 아미노산은 간단하고 작은 저분자 물질이고, 단백질은 복잡한 큰 고분자 물질이므로 아미노산이 단백질로 합성되는 과정은 동화 작용이다.
ㄴ. (나)는 세포 호흡 과정으로 포도당이 분해되는 과정에서 발생하는 에너지는 일부 ATP에 저장되고, 나머지는 열에너지의 형태로 방출된다.
ㄷ. 생물체 내에서 일어나는 모든 화학 반응을 물질대사라고 하고, 물질대사에는 효소가 관여한다. 아미노산이 단백질로 합성되는 과정과 세포 호흡 과정은 모두 물질대사에 해당하며, (가)와 (나)에서 모두 효소가 이용된다.

04 정답 ⑤ * 생명 활동과 에너지

| 문제+자료 분석 |

- (가)는 세포 호흡 과정으로 세포 호흡을 통해 (나) 과정처럼 ATP가 생성된다.
- 포도당은 단당류, 글리코젠은 다당류로, (라)에서 물질 합성이 일어나며, 물질 합성 시 (다) 과정이 일어난다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 복잡한 물질인 포도당을 간단한 물질인 물과 이산화 탄소로 분해하는 과정으로, 이화 작용이다.
ㄴ. (나)는 ADP와 무기 인산(P_i)으로부터 ATP를 합성하는 과정으로, 에너지를 흡수한다. 흡수한 에너지는 ATP를 구성하는 인산기 사이의 고에너지 인산 결합에 저장되었다가 필요한 생명 활동에 이용된다.
ㄷ. (다)는 ATP를 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해하는 과정으로, 고에너지 인산 결합에 저장된 에너지가 방출된다. (라)와 같은 물질 합성 과정 등 다양한 생명 활동에서 이 에너지를 흡수하여 사용한다.

05 정답 ⑤ * 사람의 물질대사 ····· [정답률 85%]

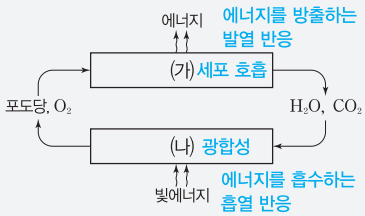
| 문제+자료 분석 |

- ㉠: 단백질이 소화 과정을 거쳐 아미노산으로 분해된 후 아미노산이 세포 호흡에 이용되면 최종 분해 산물로 질소성 노폐물(암모니아), 물, 이산화 탄소가 생성된다.
- ㉡: ATP가 분해될 때 고에너지 인산 결합이 끊어지면서 에너지가 방출된다. 방출된 에너지는 생명 활동에 이용된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 단백질(고분자)이 아미노산(저분자)으로 분해되는 과정은 물질대사의 이화 작용에 해당한다. 따라서 ㉠ 과정에서 이화 작용이 일어난다.
ㄴ. 독성이 강한 암모니아가 독성이 약한 요소로 전환되는 과정은 간에서 일어난다.
ㄷ. ㉡은 ATP가 ADP와 P_i로 분해되는 과정으로, 이 과정에서 방출되는 에너지는 근육 수축, 물질 합성 등의 여러 가지 생명 활동에 이용된다.

06 정답 ④ * 광합성과 세포 호흡



| 문제+자료 분석 |

- (가) 세포 호흡: 화학 에너지를 열에너지와 ATP로 전환하면서 일어나는 이화 작용이다.
- (나) 광합성: 빛에너지를 화학 에너지로 전환하면서 일어나는 동화 작용이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 O_2를 이용하여 포도당을 CO_2와 H_2O로 분해하고 에너지를 방출하는 세포 호흡으로, 생명 활동에 에너지를 필요로 하는 동물과 식물 모두에서 일어난다.
ㄴ. (나)는 CO_2와 H_2O로 포도당을 합성하고 에너지를 흡수하는 광합성으로, 빛에너지가 화학 에너지로 전환되는 과정이다.
ㄷ. (나)는 광합성이므로 동화 작용이 일어나고, (가)는 세포 호흡이므로 이화 작용이 일어난다.

내신 수능 B C

07 정답 ② * 세포 호흡과 에너지

| 문제+자료 분석 |

- 포도당은 탄소(C), 수소(H), 산소(O)로만 이루어져 있으므로 포도당을 세포 호흡 기질로 사용할 경우 최종 분해 산물로 물과 이산화탄소가 생성된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 세포 호흡에 포도당이 이용되면 세포 호흡 결과 H_2O과 CO_2가 생성되므로 ㉠은 CO_2이다. 암모니아는 세포 호흡에 아미노산이 이용되면 세포 호흡 결과 생성되는 노폐물이다.

ㄴ. 세포 호흡은 물질대사 과정이므로 효소가 반드시 필요하다.

ㄷ. 세포 호흡 결과 생성된 에너지의 일부는 ATP에 저장되고, 일부는 열에너지로 방출된다.

08 정답 ③ * ATP의 합성과 분해

| 문제+자료 분석 |

- ㉠: ATP → ADP+P_i 과정이고, 이 과정에서 에너지가 방출된다.
- ㉡: ADP+P_i → ATP 과정이고, 이 과정에 세포 호흡 결과로 방출된 에너지가 흡수된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 생명 활동에 필요한 에너지는 ㉠ 과정에서 방출된 에너지를 사용한다.

ㄴ. ADP+P_i → ATP 과정은 세포 호흡으로 방출된 에너지를 저장하여 생명 활동에 사용하기 위한 것으로 미토콘드리아에서 일어나며, 동식물은 모두 미토콘드리아를 가지고 있으므로 동식물 모두에서 ㉡ 과정이 일어난다.

ㄷ. ATP가 가진 고에너지 인산 결합의 수는 2개이고, ADP가 가진 고에너지 인산 결합의 수는 1개이다.

09 정답 ③ * 사람의 물질대사 ····· [정답률 73%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 세포 호흡에서 방출된 에너지를 이용해 ADP와 무기 인산을 결합시켜 ATP가 합성된다. ㉠은 ADP와 무기 인산을 ATP로 합성하는데 이용되는 에너지이며, ㉡은 ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되면서 방출된 에너지이다.
- (나): ATP가 ADP로 분해될 때 에너지가 방출되므로 ADP는 방전된 건전지에 비유할 수 있다. 세포 호흡에 의해 고에너지 인산 결합이 형성되어 ADP가 ATP가 되는 것을 건전지 충전에 비유할 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ADP와 무기 인산이 결합하여 ATP가 합성될 때 고에너지 인산 결합이 형성되고, 이때 에너지(㉠)가 이용된다.

ㄴ. 세포 호흡에 의해 생성된 ATP는 ADP와 무기 인산으로 분해되면서 에너지가 방출된다. 이때 방출되는 에너지(㉡)에 의해 근육 수축, 물질 합성 등 생명 활동에 이용된다.

ㄷ. 충전된 건전지는 ATP를 비유한 것이고, 방전된 건전지는 ADP를 비유한 것이다.

10 정답 ⑤ * 효모의 세포 호흡

| 문제+자료 분석 |

- 효모가 당을 분해하여 에너지를 얻는 세포 호흡 결과 이산화 탄소 기체(㉠)가 발생한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 실험 결과 발효관에서 발생한 기체(㉠)는 효모의 세포 호흡 결과 발생한 이산화 탄소이다.

ㄴ. 음료수 등에 포함된 영양소를 분해해 에너지를 얻고 이산화 탄소가 발생하는 과정은 세포 호흡 과정으로, 효모의 세포 호흡 과정을 이용해 음료수에 포함된 당을 알아볼 수 있다.

ㄷ. 발효관 A보다 B에서 더 많은 양의 이산화 탄소 기체가 발생한 것은 더 활발한 세포 호흡이 일어난 것이므로 발효관 B에서 효모가 더 많은 에너지를 얻었다.

11 핵심 키워드: 합성, 동화 작용

모범 답안 (다), 작고 간단한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 과정을 동화 작용이라고 한다.

| 문제+자료 분석 |

- 작고 간단한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 과정을 동화 작용이라 하며, 크고 복잡한 물질을 작고 간단한 물질로 분해하는 과정을 이화 작용이라 한다.

*** 채점 기준**

(다)를 선택하고 옳게 고쳐 쓴 경우	100 %
(다)만 선택한 경우	30 %

12 정답 ① * 생명 활동의 에너지원인 ATP

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ ATP: 아데노신에 3개의 인산기가 결합된 화합물이다.
- ㉡ 아데노신: 아데닌과 리보스가 결합한 아데노신이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠(ATP)은 아데노신에 3개의 인산기가 결합된 화합물이다. 인산기 사이에 고에너지 인산 결합을 형성하고 있어 ATP가 분해될 때 생명 활동에 직접적으로 사용되는 에너지가 방출된다.

ㄴ. ㉡은 아데노신이다. ADP는 아데노신에 2개의 인산기가 결합된 화합물로, ADP에 무기 인산(P_i)이 결합하면 ATP가 합성된다.

ㄷ. ATP는 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해될 수 있으며 이때 ATP가 가지는 고에너지 인산 결합이 끊어지면서 생명 활동에 사용되는 에너지가 방출된다.

13 핵심 키워드: 이산화 탄소, 포도당

모범 답안 이산화 탄소가 발생하며, 발효관 A보다 포도당이 많은 발효관 B에서 발생한 기체의 양이 많다.

| 문제+자료 분석 |

- 효모는 포도당을 분해하는 세포 호흡으로 에너지를 얻으며 이때 이산화 탄소가 생성된다.
- 발효관에 효모액과 함께 들어 있는 포도당의 양이 많을수록 세포 호흡이 활발하게 일어나므로 많은 양의 이산화 탄소가 생성된다.

*** 채점 기준**

발생한 기체를 쓰고, 발생한 기체의 양을 비교해 옳게 서술한 경우	100 %
발생한 기체와 발생한 기체의 양 중 1가지만 옳게 서술한 경우	30 %

내신 수능 D 기관계의 통합적 작용 문제편 262~264p

01 정답 ② * 소화계와 순환계의 작용

| 문제+자료 분석 |

- (가): 소장에서 최종 소화된 영양소는 소장 내벽의 융털에서 모세 혈관과 암죽관으로 흡수된다.
- (나): 녹말은 A(포도당)로, 단백질은 B(아미노산)로 분해된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 녹말이 분해된 물질 A는 포도당이다.

ㄴ. 단백질이 분해된 물질 B는 아미노산이다. 당뇨병은 혈액 중 포도당 농도가 과도하게 높을 경우 발생하는 질병으로 아미노산의 흡수와는 관련이 없다.

ㄷ. A(포도당)와 B(아미노산)는 모두 수용성 영양소이다. 수용성 영양소는 모두 융털의 모세 혈관으로 흡수되어 심장으로 운반된다.

02 (1) 정답 요소

(2) 핵심 키워드: **요소, 배설계, 순환계**

모범 답안 간에서 생성된 요소는 순환계를 통해 배설계로 전달되며, 배설계의 작용으로 오줌을 통해 몸 밖으로 나간다.

| 문제+자료 분석 |

- 단백질의 세포 호흡 결과 노폐물로 암모니아가 생성되며, 독성이 강한 암모니아는 간에서 독성이 약한 요소로 전환된다.
- 요소는 순환계를 따라 콩팥으로 이동하며, 콩팥, 방광, 요도 등 배설계의 작용에 의해 몸 밖으로 나간다.

＊채점 기준

기관계 2가지를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
기관계를 1가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	50 %

03 정답 ③ * 노폐물의 생성 ····· [정답률 84%]

| 문제+자료 분석 |

- 단백질은 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N)로 구성되어 있어 세포 호흡으로 분해되면 이산화 탄소(CO_2)와 물(H_2O), 암모니아(NH_3)가 생성된다.
- ㉠: 단백질이 세포 호흡에 사용되어 생성된다. ➡ 물(A), 암모니아(B)
- ㉡: 구성 원소 중 질소(N)가 있다. ➡ 암모니아(B)

| 보기 분석 |

ㄱ. 물의 구성 원소 중 질소(N)가 없으므로 특징 ㉠만 가지는 A는 물이고, B는 암모니아이다.

ㄴ. B(암모니아)는 독성이 강하기 때문에 간에서 독성이 약한 요소로 전환된다. 요소는 콩팥을 통해 오줌의 형태로 배설된다.

ㄷ. '구성 원소 중 질소(N)가 있다.'는 특징은 물과 암모니아 중 암모니아만 가지는 특징이므로 ㉡에 해당한다. 단백질이 세포 호흡에 사용되면 물과 암모니아가 모두 생성되므로 '단백질이 세포 호흡에 사용되어 생성된다.'는 ㉠이다.

문제 풀이 Tip

단백질은 탄수화물, 지방과 달리 구성 원소로 질소(N)를 가진다. 따라서 물질 대사 결과 질소 노폐물인 암모니아가 생성된다.

04 정답 ① * 노폐물의 생성과 배설

| 문제+자료 분석 |

- A 이산화 탄소: 탄수화물, 단백질, 지방의 세포 호흡 결과 생성된다. 이산화 탄소 기체의 형태로 호흡계를 통해 몸 밖으로 나간다.
- B 물: 탄수화물, 단백질, 지방의 세포 호흡 결과 생성된다. 수증기의 형태로 호흡계를 통해 몸 밖으로 나가거나 오줌에 포함된 물의 형태로 배설계를 통해 몸 밖으로 나간다.
- C 암모니아: 단백질의 세포 호흡 결과 생성된다. 독성이 강한 암모니아는 간에서 독성이 약한 요소로 전환된 후 오줌에 포함되어 배설계를 통해 몸 밖으로 나간다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 이산화 탄소이다.

ㄴ. 단백질의 세포 호흡 결과 독성이 강한 암모니아가 노폐물로 생성되며, 암모니아는 간에서 독성이 약한 요소로 바뀌어 배설계를 통해 몸 밖으로 나간다. 물질 C는 암모니아보다 독성이 약한 요소이다.

ㄷ. 세포 호흡 결과 발생한 노폐물 중 물은 수증기의 형태로 호흡계를 통해 몸 밖으로 나가거나 오줌에 포함된 물의 형태로 배설계를 통해 몸 밖으로 나갈 수 있다.

05 정답 ③ * 기관계의 통합적 작용

| 문제+자료 분석 |

- A는 소화계, B는 순환계, C는 호흡계, D는 배설계에 해당한다.
- ㉠: 세포 호흡 결과 에너지를 생성하는 온몸의 조직 세포를 나타낸다.

| 보기 분석 |

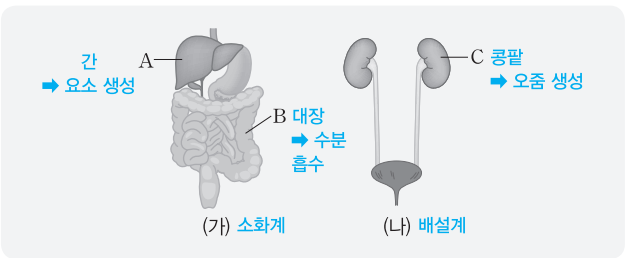
ㄱ. 세포 호흡에 필요한 물질은 산소와 영양소인데, 영양소는 소화계(A)에서, 산소는 호흡계(C)에서 흡수한다.

ㄴ. 노폐물 중에서 이산화 탄소는 호흡계(C)를 통해, 요소는 배설계(D)를 통해, 물은 호흡계(C)와 배설계(D)를 통해 배설된다.

ㄷ. 조직 세포(㉠)에서 세포 호흡이 일어나므로, 조직 세포(㉠)에 영양소와 산소를 공급해 주기 위해 기관계가 통합적으로 작용한다.

내신 수능 C D

06 정답 ② * 소화계와 배설계



| 문제+자료 분석 |

- (가): A(간)는 요소를 생성하며, B(대장)는 수분의 흡수가 일어난다. A와 B는 모두 소화계에 속한다.
- (나): C(콩팥)는 오줌을 생성하며, 배설계에 속한다.

| 선택지 분석 |

① A는 간으로, 독성이 강한 암모니아가 독성이 약한 요소로 전환되는 곳이다.

② B는 대장으로, 수분의 흡수가 일어나는 곳이다. 포도당과 아미노산은 소장의 융털에서 흡수된다.

③ C는 콩팥으로, 배설계에 속한다.

④ C(콩팥)에서 오줌을 생성한다.

⑤ 간(A)과 대장(B)은 모두 소화계에 속한다.

07 정답 ⑤ * 기관계의 통합적 작용

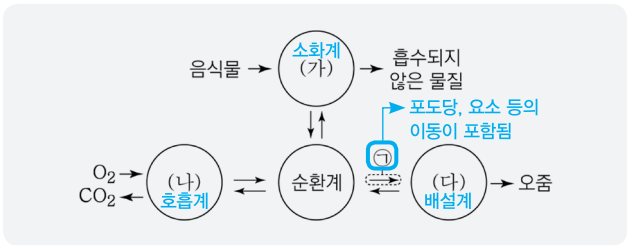
| 문제+자료 분석 |

- (가) 소화계: 영양소는 소장에서 흡수되며, 소장은 소화계에 속한다.
- (나) 호흡계: O_2를 흡수하고 세포 호흡 결과 생성된 CO_2를 몸 밖으로 내보낸다.
- (다) 배설계: 오줌은 콩팥에서 생성되어 몸 밖으로 나가며, 콩팥은 배설계에 속한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 탄수화물, 단백질, 지방과 같은 크기가 큰 영양소를 포도당, 아미노산, 지방산, 모노글리세리드와 같은 크기가 작은 영양소로 분해하여 흡수하므로 이화 작용이 일어난다.
ㄴ. 폐는 산소를 받아들이고 이산화 탄소를 내보내는 기체 교환이 일어나는 기관이므로 호흡계(나)에 속한다.
ㄷ. (다)는 오줌을 배설하는 기관계로, 배설계에 해당한다.

08 정답 ⑤ * 기관계의 통합적 작용 ····· [정답률 60%]



| 문제+자료 분석 |

- (가) 소화계: 음식물과 같이 크기가 큰 물질을 크기가 작은 영양소로 분해하고 흡수하는데 관여한다.
- (나) 호흡계: 산소를 흡수하고 세포 호흡 결과 생성된 이산화 탄소를 몸 밖으로 배출한다.
- (다) 배설계: 세포 호흡 결과 생성된 노폐물을 오줌을 통해 몸 밖으로 내보낸다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 소화계에서는 영양소를 세포가 흡수할 수 있도록 크기가 작은 영양소로 분해하고 흡수하는 과정이 일어난다. (가)는 소화계이므로 지방의 분해 및 흡수가 일어난다.
ㄴ. 포도당은 세포 호흡에 사용되는 영양소이므로 소화계를 통해 흡수되어 순환계를 통해 배설계의 조직 세포로 이동될 수 있다. ㉠은 순환계에서 배설계로 이동하는 것을 나타내므로 ㉠에는 포도당의 이동이 포함된다.
ㄷ. 오줌을 생성하는데 관여하는 콩팥은 (다)(배설계)에 속한다.

문제 풀이 Tip

1. 영양소를 흡수하고 찌꺼기를 내보내는 기관계는 소화계이고, 기체 교환을 담당하는 기관계는 호흡계이다.
2. 체외에서 들어오는 물질은 없고, 나가는 물질만 있는 기관계는 배설계이다.

09 정답 ③ * 기관계의 통합적 작용

| 문제+자료 분석 |

- (가) 소화계: 영양소는 소장에서 흡수되며, 소장은 소화계에 속한다.
- (나) 순환계: 소화계에서 흡수한 영양소와 호흡계에서 흡수한 산소를 온몸의 조직 세포로 운반한다.
- (다) 배설계: 오줌은 콩팥에서 생성되어 몸 밖으로 나가며, 콩팥은 배설계에 속한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 소화계에서는 크기가 큰 영양소가 세포막을 통과할 수 있도록 소화 효소에 의해 크기가 작은 영양소(포도당, 아미노산, 지방산, 모노글리세리드)로 최종 분해된다. 이때, 효소에 의해 이화 작용이 일어난다.
ㄴ. 소화계(가)에서 흡수한 영양소와 호흡계에서 흡수한 산소를 조직 세포로 운반하는 (나)는 순환계이다.
ㄷ. 대장은 소화계인 (가)에 포함되며, 수분을 흡수하는 역할을 한다.

* 기관계의 통합적 작용

영양소 공급	소화계와 순환계가 작용
산소 공급	호흡계와 순환계가 작용
이산화 탄소 배출	순환계와 호흡계가 작용
노폐물 배출	순환계와 배설계가 작용

10 정답 ③ * 기관계의 통합적 작용

| 문제+자료 분석 |

- (가): 폐, 기관, 기관지로 구성되는 호흡계에 해당한다.
- (나): 소화 효소에 의해 영양소가 분해되는 소화계이다. 소화계에는 입, 식도, 위, 간, 소장, 대장 등이 포함된다.
- (다): 배설계이며, 콩팥, 방광 등이 포함된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 폐, 기관, 기관지로 구성되며, 이는 호흡계를 구성하는 기관들이다.
ㄴ. (나)는 소화계로, 소장은 소화계에 속하며 분해된 영양소를 흡수하는 역할을 한다.
ㄷ. (다)는 배설계이며, 배설계는 요소 또는 오줌을 몸 밖으로 내보내는 역할을 한다. 암모니아는 소화계인 간에서 요소로 전환되어 콩팥에서 오줌에 포함되어 몸 밖으로 나간다.

* 각 기관계에 해당하는 기관

구분	기능	구성 기관
소화계	음식물의 소화 및 흡수	입, 식도, 위, 소장, 대장, 간, 이자 등
순환계	영양소, 산소, 노폐물의 운반	심장, 혈관 등
호흡계	기체 교환	기관, 기관지, 폐 등
배설계	노폐물의 배설	콩팥, 오줌관, 방광, 요도 등

11 정답 ⑤ * 오줌의 요소 검출

| 문제+자료 분석 |

- 유레이스(ⓐ)는 요소를 암모니아와 이산화 탄소로 분해하며, 그 결과 용액은 염기성을 띤다.
- BTB 용액은 지시약으로 사용하는데, 산성에서 노란색, 중성에서 초록색, 염기성에서 파란색을 띤다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 비커 B를 통해 오줌의 액성을 확인할 수 있다. 오줌은 BTB 용액을 떨어뜨렸을 때 초록색을 띠므로 중성이다.
ㄴ. 유레이스에 의해 요소는 염기성을 띠는 암모니아로 분해된다.
ㄷ. 비커 A에서는 요소를 분해하여 염기성이 되었는데, 비커 C에서 A와 동일한 결과를 얻은 것으로 보아 오줌 속에는 요소가 들어 있음을 알 수 있다.

내신 수능 E 물질대사와 건강 문제편 265~266p

01 정답 ④ * 에너지 대사

| 문제+자료 분석 |

- 생명 활동을 정상적으로 유지하고 건강한 생활을 하기 위해서는 음식물 섭취로부터 얻는 에너지양과 활동으로 소비하는 에너지양 사이에 균형이 잘 이루어져야 한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 섭취하는 에너지양보다 활동으로 소비하는 에너지양이 많으면 기존에 저장해둔 지방 등을 소비하므로 체중이 감소한다. 음식을 통해 섭취하는 에너지양과 활동을 통해 소비하는 에너지양 사이에 균형이 이루어질 때 건강한 생활을 할 수 있다.

ㄴ. 지방 조직은 에너지를 저장하는 조직으로, 지방 조직의 생명 활동을 유지하기 위한 에너지는 많이 필요로 하지 않기 때문에 지방 조직이 많으면 기초 대사량이 낮아지는 편이다. 반면 근육 조직은 생명 활동을 유지하기 위해 많은 에너지를 필요로 하므로 근육 조직이 많으면 기초 대사량이 높아지는 편이다.

ㄷ. 활동을 하지 않는 상태에서도 심장 박동, 체온 조절 등 생명 활동을 유지하기 위해서 최소한의 에너지가 필요하며 이 에너지양을 기초 대사량이라 한다.

* 에너지 섭취량과 소비량의 균형

에너지 섭취량> 에너지 소비량	사용하고 남은 에너지가 체내에 축적되어 비만이 될 수 있다.
에너지 소비량> 에너지 섭취량	에너지가 부족하여 몸에 저장된 지방이나 단백질로부터 에너지를 얻게 되어 체중이 감소하고 영양 부족 상태가 된다.

02 정답 ② * 대사성 질환 ····· [정답률 72%]

| 문제+자료 분석 |

- **대사성 질환**: 물질대사 이상에 의해 발생하는 질환으로, 대사성 질환에는 당뇨병, 고혈압, 통풍 등이 있다.
- **기초 대사량**: 생명 유지에 필요한 최소한의 에너지양이다.

| 선택지 분석 |

A. 생명 유지에 필요한 최소한의 에너지양을 기초 대사량이라 하고, 활동 대사량은 밥 먹기, 운동하기 등 생명 활동을 통해 소모되는 에너지양이다.

B. 대사성 질환은 물질대사 이상에 의해 발생하는 질병으로 당뇨병은 혈당량 조절에 이상이 있는 질병이고, 고혈압은 혈압이 정상 수준보다 높은 상태에 있는 질병이다.

C. 에너지 섭취량보다 에너지 소모량이 많으면 에너지 결핍이 올 수 있고, 에너지 섭취량보다 에너지 소모량이 적으면 비만이 될 수 있다.

03 정답 당뇨병

| 문제+자료 분석 |

- 정상적인 사람은 여분의 포도당을 간에서 글리코젠 형태로 저장하여 혈당량이 일정하게 유지된다.
- 포도당의 저장에 이상이 생겨 혈당량이 비정상적으로 높은 상태가 지속되는 경우 오줌에 당이 섞여 나오게 되는데, 이러한 대사성 질환을 당뇨병이라 한다.

04 정답 ③ * 에너지 소비량

| 문제+자료 분석 |

- 에너지 섭취량과 에너지 소비량이 균형을 이뤄야 건강한 생활을 할 수 있다.
- 성인의 활동 유형에 따른 에너지 소비량을 계산하려면 다음과 같은 계산이 필요하다.

단위 시간당 소비 에너지 총량 × 몸무게 × 시간

| 보기 분석 |

ㄱ. 50 kg인 사람이 30분 동안 달리면 200 kcal(50 kg×0.5 h×8 kcal/kg · h=200 kcal)를 소비할 수 있다. 사과 1개를 섭취하면 150 kcal를 얻으므로 사과 1개에서 얻은 에너지를 모두 소비할 수 있다.

ㄴ. 50 kg인 사람이 3시간 동안 걸으면 600 kcal(50 kg×3 h×4 kcal/kg · h=600 kcal)를 소비할 수 있다. 라면 1개를 섭취하면 600 kcal를 얻으므로 50 kg인 사람이 3시간 이상 걸으면 라면 1그릇에서 얻은 에너지를 모두 소비할 수 있다.

ㄷ. 50 kg인 사람이 1시간 동안 대화하면 75 kcal(50 kg×1 h×1.5 kcal/kg · h=75 kcal)를 소비할 수 있다. 쌀밥 1공기를 섭취하면 300 kcal를 얻으므로 1시간 대화로는 쌀밥 1공기에서 얻은 에너지를 모두 소비할 수 없으며 4시간 이상 대화해야(50 kg×4 h×1.5 kcal/kg · h=300 kcal) 쌀밥 1공기에서 얻은 에너지를 모두 소비할 수 있다.

05 정답 ④ * 에너지 균형 ····· [정답률 72%]

| 문제+자료 분석 |

- **1일 대사량**: 기초 대사량+활동 대사량+음식물 이용을 위한 에너지 소비량이다.
- **기초 대사량**: 생명 유지에 필요한 최소한의 에너지양이다.
- **활동 대사량**: 기초 대사량 외에 일상적인 신체 활동에 필요한 에너지양이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 1일 대사량은 하루에 필요한 총 에너지양이며, 기초 대사량, 활동 대사량, 음식물의 소화와 흡수에 필요한 에너지 소비량을 합한 양이다. 기초 대사량은 1일 대사량에 포함된다.

ㄴ. 활동 대사량은 기초 대사량 외에 일상적인 신체 활동에 필요한 에너지양이고, 기초 대사량은 체온 유지, 호흡 운동, 심장 박동 등 생명 유지에 필요한 최소한의 에너지양이다.

ㄷ. 하루 동안 소비하는 총 에너지양보다 많은 양의 에너지를 지속적으로 섭취하면 체중이 증가하여 비만이 되기 쉽다.

06 핵심 키워드: 기초 대사량, 에너지 섭취

모범 답안 아니요. 아무런 활동을 하지 않아도 생명 활동을 유지하는 데 필요한 기초 대사량(㉡) 이상의 에너지양을 음식물을 통해 섭취해야 합니다.

| 문제+자료 분석 |

- 활동을 하지 않는 상태에서 심장 박동, 체온 조절 등 생명 활동을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양을 기초 대사량이라 한다.
- 활동을 하지 않더라도 음식물을 통해 기초 대사량 이상의 에너지양을 섭취해야 기본적인 생명 활동을 유지할 수 있다.

*** 채점 기준**

기초 대사량을 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
기초 대사량만 쓴 경우	30 %

내신 수능 D E

07 정답 ④ * 대사성 질환과 에너지 균형 ····· [정답률 91%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 활동 대사량: 밥 먹기, 공부하기, 운동하기 등 다양한 생명 활동을 하면서 소모되는 에너지양이다.
- ㉡ 고혈압: 대사성 질환에 해당하며, 혈압이 정상보다 높은 만성 질환으로, 심혈 관계 질환 및 뇌혈관계 질환의 원인이 된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 생명 활동을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양은 기초 대사량이며, 활동 대사량(㉠)은 기초 대사량 외에 다양한 생명 활동을 하면서 소모되는 에너지양이다.

ㄴ. 물질대사 장애에 의해 발생하는 질환인 대사성 질환에는 당뇨병, 고혈압(㉡), 고지질 혈증(고지혈증), 심혈관 질환, 뇌혈관 질환 등이 있다.

ㄷ. 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많을 때 사용하고 남은 에너지가 체내에 축적되어 비만이 될 수 있다. 비만을 예방하기 위해서는 에너지 섭취량과 에너지 소비량의 균형이 이루어져야 하며, 규칙적인 운동이 충분한 에너지 소비량을 유지할 수 있게 한다.

* 대사성 질환 예방을 위한 올바른 생활 습관

08 정답 ⑤ * 대사성 질환

| 문제+자료 분석 |

- (가)는 고혈압, (나)는 당뇨병, (다)는 고지혈증으로 대사성 질환에 속한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 고혈압, (나)는 당뇨병, (다)는 고지혈증이다.

ㄴ. 인슐린을 분비하는 기관은 이자이므로 ㉠은 이자이다.

ㄷ. 대사성 질환은 우리 몸에서 물질대사 장애에 이상이 생겨 발생하는 질병이다. (가)~(다)는 모두 대사성 질환에 해당한다.

* 대사성 질환의 종류와 증상

당뇨병	혈당 조절에 필요한 인슐린의 분비가 부족하거나 인슐린이 제대로 작용하지 못해 발생한다.
고혈압	혈압이 정상보다 높은 만성 질환으로, 심혈관계 질환 및 뇌혈관계 질환의 원인이 된다.
고지혈증	혈액 속에 콜레스테롤이나 중성 지방이 등이 과다하게 들어 있는 상태를 말하며, 심혈관계 질환의 원인이 된다.

F 자극의 전달

내신 수능 문제편 267~269p

01 (1) 정답 A: 가지 돌기, B: 신경 세포체, C: 축삭 돌기, D: 랑비에 결절, E: 말이집

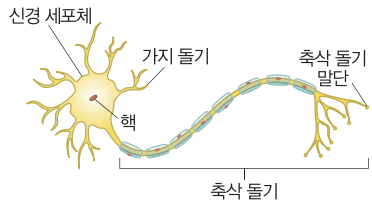
(2) 핵심 키워드: **랑비에 결절, 도약전도**

모범 답안 말이집(E)이 있는 뉴런에서는 랑비에 결절(D)에서만 활동 전위가 생성되면서 이동하는 도약전도를 통해 이동하므로 말이집(E)이 없는 뉴런에 비해 흥분 전도 속도가 빠르다.

* **채점 기준**

랑비에 결절에서만 활동 전위가 생성되면서 이동하는 도약전도를 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
말이집이 있기 때문이라고만 쓴 경우	30 %

* 뉴런의 구조



02 정답 ④ * 말이집 신경과 민말이집 신경

| 문제+자료 분석 |

- (가): 축삭 돌기가 말이집으로 싸여 있는 말이집 신경이다. ㉠은 랑비에 결절로 이 부분에서만 활동 전위가 형성되어 축삭을 통한 신호 전달이 빠르게 일어난다.
- (나): 축삭 돌기가 말이집으로 싸여 있지 않은 민말이집 신경이다. ㉡은 말이집으로, 축삭 돌기를 통한 신호 전달 과정에서 막을 통한 이온의 이동을 막는 절연체 역할을 한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)의 말이집을 구성하는 슈반 세포에도 핵이 있으므로 하나의 세포로 구성된 (나)보다 핵의 수가 많다.

ㄴ. ㉡을 말이집이라고 하며, 이를 구성하는 세포는 슈반 세포이다.

ㄷ. 말이집 신경 (가)는 흥분이 도약전도로 이동하므로 흥분 이동 속도는 말이집 신경 (가)가 민말이집 신경 (나)보다 빠르다.

03 정답 ⑤ * 뉴런의 종류

| 문제+자료 분석 |

- (가) 감각 뉴런: 감각기에서 받아들인 자극을 중추 신경의 연합 뉴런으로 전달한다.
- (나) 연합 뉴런: 뇌와 척수와 같은 중추 신경을 이루는 뉴런이다.
- (다) 운동 뉴런: 중추 신경에서 판단하여 내린 명령을 근육과 같은 반응기로 전달한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 신경 세포체가 축삭 돌기의 중간에 위치해 있는 것을 통해 감각 뉴런임을 알 수 있다.

ㄴ. (나)는 연합 뉴런이므로 뇌와 척수를 구성하는 중추 신경계를 이룬다.

ㄷ. 흥분 전도는 한 뉴런 내에서 자극을 받은 곳을 중심으로 흥분은 양방향으로 전도되고, 흥분 전달은 시냅스 이전 뉴런에서 시냅스 이후 뉴런으로만 이동한다. 따라서 B에 자극을 주면 A~D에서 모두 활동 전위가 발생한다.

04 정답 ① * 감각 뉴런과 연합 뉴런 ····· [정답률 60%]

| 문제+자료 분석 |

- **뉴런 A**: 감각 뉴런과 운동 뉴런 사이에서 흥분을 중계하는 연합 뉴런이다.
- **뉴런 B**: 신경 세포체가 신경 중간에 있는 감각 뉴런이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 연합 뉴런으로 중추 신경계인 뇌와 척수를 구성한다.

ㄴ. (가)는 뉴런의 구조 중 축삭 돌기 말단에 해당한다. 축삭 돌기 말단에는 신경 전달 물질이 들어 있는 시냅스 소포가 있다.

ㄷ. 신경 전달 물질이 들어 있는 시냅스 소포는 축삭 돌기 말단에만 있고 신경 세포체나 가지 돌기에는 없다. 따라서 흥분은 시냅스 이전 뉴런의 말단에서 시냅스 이후 뉴런의 신경 세포체나 가지 돌기 쪽으로만 이동한다. ㉠에 역치 이상의 자극을 주면 흥분의 전도는 양방향으로 일어나지만 뉴런 B로는 흥분이 전달되지 않는다. 따라서 ㉡에서 활동 전위가 발생하지 않는다.

문제 풀이 Tip

가지 돌기에는 시냅스 소포가 없기 때문에 흥분의 전달 방향은 항상 축삭 돌기 말단에서 가지 돌기 방향이다.

05 정답 ④ * 막전위 변화

| 문제+자료 분석 |

- 분극 상태의 뉴런에 역치 이상의 자극이 가해지면 막전위가 상승하는 탈분극과 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다.
- A는 막전위가 하강하는 재분극 시점이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A 시점은 재분극 과정이다. 재분극 과정에서는 K^+이 K^+ 통로를 통해 세포막 안쪽에서 바깥쪽으로 확산을 통해 유출된다.

ㄴ. 분극 상태에서는 Na^+-K^+ 펌프에 의해 Na^+이 세포 안쪽에서 바깥쪽으로, K^+이 세포 바깥쪽에서 안쪽으로 능동 수송되어, 세포 안쪽은 상대적으로 (−)전하, 바깥쪽은 (+)전하를 띤다.

ㄷ. 자극이 주어진 후 세포막에서의 막전위 상승은 Na^+이 Na^+ 통로를 통해 세포 바깥쪽에서 안쪽으로 확산을 통해 유입되기 때문에 나타난다.

06 정답 ④ * 흥분 전도

| 문제+자료 분석 |

- A에 자극을 주면 B와 D 중 B에 흥분이 먼저 도착하며, B가 D보다 활동 전위가 더 빨리 형성된다.

| 보기 분석 |

① A에 주어진 자극에 의해 B에서 활동 전위가 생성되었으므로 A에 주어진 자극은 역치 이상의 자극이다.

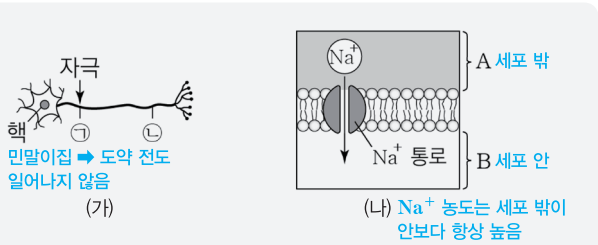
② B에서 활동 전위가 생성되었으며, D에서도 활동 전위가 생성된 것으로 보아 뉴런 A에 주어진 자극은 B와 C를 거쳐 D에 전도되었다는 것을 알 수 있다.

③ 역치 이상의 자극에 의해 생성되는 활동 전위의 크기는 항상 일정하다. 따라서 B의 활동 전위의 크기는 D의 활동 전위의 크기와 같다.

④ A에 더 강한 자극을 주어도 B에서의 활동 전위의 크기는 변하지 않는다. 뉴런에서 강한 자극에 대한 반응은 역치 이상의 자극에 대해 활동 전위 크기는 일정하며, 활동 전위가 발생하는 빈도가 증가하게 된다.

⑤ A에 자극을 준 후 B~D에 활동 전위가 발생하고 나면 Na^+-K^+ 펌프가 작동하여 원래의 이온 분포를 회복하므로 B~D에서 활동 전위 발생 전후의 휴지 전위는 동일하다.

07 정답 ② * 흥분의 전도 ····· [정답률 68%]



| 문제+자료 분석 |

- (가): 축삭 돌기가 말이집으로 싸여 있지 않은 민말이집 뉴런이다. 민말이집 뉴런은 축삭 돌기 전체에서 흥분이 발생한다.
- (나): Na^+의 농도는 신경 세포 밖이 안에서보다 더 높아 Na^+은 Na^+ 통로를 통해 세포 밖에서 세포 안으로 이동한다. 따라서 A는 세포 밖, B는 세포 안이다.

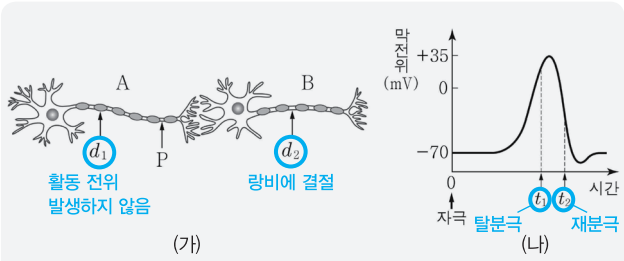
| 보기 분석 |

ㄱ. 랑비에 결절에서 연속적으로 흥분이 발생해 흥분이 전도되는 현상을 도약 전도라고 한다. X는 민말이집 신경이므로 말이집이 없어 도약 전도가 일어나지 않는다. 절연체 역할을 하는 말이집이 있는 말이집 뉴런에서 도약 전도가 일어난다.

ㄴ. A는 세포 밖, B는 세포 안이다.

ㄷ. 신경 세포막의 Na^+-K^+ 펌프에 의해 Na^+의 농도는 세포 밖이 세포 안보다 높고, K^+의 농도는 세포 안이 세포 밖보다 높다. 따라서 Na^+의 농도는 B(세포 안)에서가 A(세포 밖)에서보다 낮다.

08 정답 ② * 자극의 전달 ····· [정답률 73%]



| 문제+자료 분석 |

- (가): A의 지점 d_1은 말이집으로, 슈반 세포의 세포막이 길게 늘어나 축삭을 여러겹으로 감싸서 형성된 구조이다. B의 지점 d_2는 랑비에 결절로, 말이집과 말이집 사이에 축삭이 노출된 부분이다.
- (나): t_1은 탈분극이 일어나는 시점, t_2는 재분극이 일어나는 시점이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. P에 역치 이상의 자극을 주면 흥분은 양방향으로 전도된다. d_1은 말이집으로 싸여있는 부분으로 막을 통한 이온의 이동이 막혀 전기적 특성이 변하지 않아 활동 전위가 발생하지 않는다.

ㄴ. B는 말이집 신경으로 말이집으로 싸여 있지 않은 랑비에 결절에서만 신호가 전달되는 도약 전도를 통해 흥분이 전도된다.

ㄷ. Na^+의 막투과도는 탈분극이 일어나는 시점 t_1에서가 재분극이 일어나고 있는 시점 t_2에서보다 더 높고 K^+의 막투과도는 t_1에서가 t_2에서보다 낮다. 따라서 $\frac{K^+\text{의 막 투과도}}{Na^+\text{의 막 투과도}}$는 t_1일 때가 t_2일 때보다 작다.

내신 수능 E F

09 정답 ③ * 뉴런에서의 막전위 변화

| 문제+자료 분석 |

- (가): ㉠은 탈분극, ㉡는 재분극, ㉢은 분극이다.
- (나): 뉴런에 역치 이상의 자극이 가해지면 Na^+ 통로가 열리면서 Na^+이 세포 안으로 급격하게 확산된다. 따라서 자극 이후 세포 내 이온 농도가 증가하는 Ⅱ는 Na^+, Ⅰ은 K^+이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠ 시기는 탈분극 과정이다. 탈분극은 Na^+이 세포 바깥쪽에서 안쪽으로 확산을 통해 이동하면서 일어나는 것이므로 Ⅱ는 Na^+이다. 탈분극 과정에서는 막전위가 −70 mV에서 +35 mV까지 변화하게 된다.

ㄴ. ㉡ 시기는 재분극 과정이다. 재분극은 K^+이 K^+ 통로를 통해 세포 안쪽에서 바깥쪽으로 확산하면서 일어난다.

ㄷ. ㉢ 시기에는 자극이 주어진 지점이 다시 분극 상태를 유지하기 위해 Na^+-K^+ 펌프가 작동한다.

문제 풀이 Tip

1. 활동 전위 발생 여부와 상관없이 Na^+-K^+ 펌프는 항상 작동하여 Na^+은 세포 밖으로, K^+은 세포 안으로 능동 수송된다.
2. 활동 전위 발생 여부와 상관없이 Na^+의 농도는 세포 밖이 높고, K^+의 농도는 세포 안이 높다.

* 흥분의 전도

분극	Na^+-K^+ 펌프가 작동하며, Na^+ 통로는 대부분 닫혀있고, K^+ 통로는 일부 열려있다.
탈분극	역치 이상의 자극을 주면 Na^+ 통로가 열린다.
재분극	Na^+ 통로가 닫히고 K^+ 통로가 열린다.

10 정답 ① * 흥분의 전도와 전달 ····· [정답률 53%]

| 문제+자료 분석 |

- A 말이집 신경: 말이집으로 싸여 있지 않은 랑비에 결절에서만 신호가 전달되는 도약 전도가 일어난다.
- B 민말이집 신경: 뉴런의 축삭 돌기가 말이집으로 싸여 있지 않은 신경으로 도약 전도가 일어나지 않는다.
- C: 흥분은 시냅스 이전 뉴런의 말단에서 시냅스 이후 뉴런의 신경 세포체나 가지 돌기 쪽으로만 이동한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. C의 P 지점에 역치 이상의 자극을 주면 흥분 전도가 양방향으로 일어나지만 흥분 전달은 축삭 돌기 말단에서 다음 뉴런의 신경 세포체나 가지 돌기 쪽으로 한 방향으로만 일어난다. 따라서 C의 Q 지점에 자극이 전달되지 않아 막전위는 변하지 않으며, ㉠은 휴지 전위로 −70 mV이다.

ㄴ. A의 Q 지점에 막전위는 −80 mV, B의 Q 지점에 막전위는 +30 mV이다. (나)에서 막전위 −80 mV와 +30 mV 지점의 시간은 각각 약 3 ms, 약 1.8 ms이다. 시간이 더 많이 지난 것은 흥분이 더 빨리 도착한 것이다. 따라서 흥분 전도 속도는 A(말이집 신경)에서가 B(민말이집 신경)에서보다 빠르다.

ㄷ. t 이후 B의 Q 지점의 막전위는 −80 mV이므로 재분극이 일어나고 있다. 재분극이 일어날 때는 Na^+통로가 닫히고, K^+통로가 열린다.

문제 풀이 Tip

자극을 준 지점으로부터의 거리가 동일한 지점을 비교했을 때 막전위 그래프에서 오른쪽에 있는 막전위 값을 가지는 신경의 흥분 전도 속도가 더 빠르다. 자극을 준 지점으로부터 거리가 동일할 때 흥분 전도 속도가 더 빠른 신경일수록 활동 전위가 먼저 발생하기 때문이다.

11 (1) 정답 A: 시냅스 소포, B: 수용체

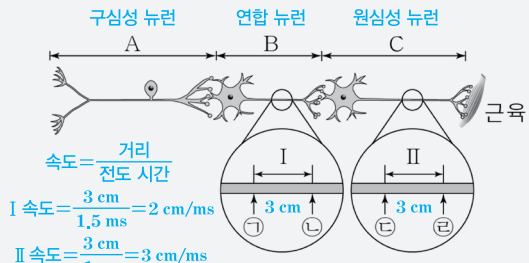
(2) 핵심 키워드: **시냅스 소포, 신경 전달 물질, 축삭 돌기**

모범 답안 신경 전달 물질을 분비하는 시냅스 소포는 축삭 돌기 말단에서 시냅스 틈으로 신경 전달 물질을 분비하고, 그 신경 전달 물질을 수용하는 수용체는 다음 뉴런의 신경 세포체와 가지 돌기의 세포막에 존재한다. 따라서 흥분 전달은 시냅스 전 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 시냅스 후 뉴런의 신경 세포체 또는 가지 돌기로만 전달된다.

*** 채점 기준**

신경 전달 물질의 분비 과정과 수용체 위치를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
신경 전달 물질의 분비 과정 또는 수용체 위치 중 한 가지만 포함하여 서술한 경우	50 %

12 정답 ① * 흥분의 전도와 전달 ····· [정답률 44%]



	1.5 ms 소요		1 ms 소요	
자극을 준 지점	㉠ → ㉡		㉢ → ㉣	
근육의 최대 수축까지 소요되는 시간(ms)	33	31.5	15.3	14.3

| 문제+자료 분석 |

- Ⅰ에서 ㉠에 자극을 주었을 때 근육의 최대 수축까지 소요되는 시간은 33 ms이고, ㉡에 자극을 주었을 때 근육의 최대 수축까지 소요되는 시간은 31.5 ms이므로 ㉠에서 ㉡까지 이동 시간은 1.5 ms이다.
- Ⅱ에서 ㉢에 자극을 주었을 때 근육의 최대 수축까지 소요되는 시간은 15.3 ms이고, ㉣에 자극을 주었을 때 근육의 최대 수축까지 소요되는 시간은 14.3 ms이므로 ㉢에서 ㉣까지 이동 시간은 1 ms이다.
- Ⅰ에서 흥분 전도 속도는 $\frac{3\text{ cm}}{1.5\text{ ms}}=2\text{ cm/ms}$이고, Ⅱ에서 흥분 전도 속도는 $\frac{3\text{ cm}}{1\text{ ms}}=3\text{ cm/ms}$이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 신경 세포체가 축삭 돌기 중간에 있으므로 구심성 뉴런이다. 구심성 뉴런은 감각 기관에서 수용한 자극을 중추 신경계로 보내는 역할을 한다.

ㄴ. ㉠에 역치 이상의 자극을 주면 C로는 흥분 전달이 일어나 활동 전위가 발생하지만 A로는 흥분이 전달 되지 않아 활동 전위가 발생하지 않는다. 흥분 전달은 축삭 돌기 말단에서 시냅스 후의 신경 세포체나 가지 돌기쪽으로만 일어난다.

ㄷ. $\frac{\text{Ⅱ에서의 흥분 전도 속도}}{\text{Ⅰ에서의 흥분 전도 속도}}=\frac{3\text{ cm/ms}}{2\text{ ms/ms}}$이다.

문제 풀이 Tip

뉴런에서 두 지점 사이의 거리와 이 두 지점을 흥분이 전도되는 데 걸린 시간이 있으면 흥분 전도 속도를 구할 수 있다.

$$\text{흥분의 전도 속도}=\frac{\text{두 지점 사이의 거리}}{\text{두 지점을 흥분이 이동하는 데 걸린 시간}}$$

내신 수능 G 근수축 운동 문제편 270~271p

01 정답 ㉠: 근육 섬유, ㉡: 근육 원섬유

| 문제+자료 분석 |

- 골격근은 여러 개의 세포가 융합하여 이루어진 크기가 큰 단세포인 근육 섬유로 이루어져 있으며, 이것은 다시 더 가는 근육 원섬유로 이루어져 있다.
- 근육 원섬유는 가는 액틴 필라멘트와 굵은 마이오신 필라멘트들이 서로 어긋나게 포개진 구조를 하고 있다.

02 정답 ① * 근육 수축의 원리 ····· [정답률 74%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 근육 원섬유 마디 X는 좌우 대칭이므로 ㉠은 액틴과 마이오신이 겹치는 부분의 길이의 절반, ㉡은 I대의 절반을 나타낸다. ㉢은 가느다란 액틴 필라멘트(ⓐ)만 있는 부분이다.
- (나): 근육 원섬유 마디는 가느다란 액틴 필라멘트(ⓐ)와 굵은 마이오신 필라멘트(ⓑ)로 구성된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ⓐ는 ⓑ보다 단면의 지름이 작으므로 ⓐ는 가느다란 액틴 필라멘트, ⓑ는 굵은 마이오신 필라멘트이다.

ㄴ. A대의 길이는 1.6 μm이므로 $\frac{\text{X의 길이}}{\text{A대의 길이}}=\frac{3}{2}$일 때 X의 길이는 2.4 μm이다. 'X의 길이=A대의 길이+I대의 길이'이므로 I대의 길이는 0.8 μm이다. 따라서 I대의 절반을 나타내는 ㉡의 길이는 0.4 μm이다.

ㄷ. X의 길이가 짧아지면, ㉠의 길이는 증가하고 ㉡의 길이는 감소하므로 $\frac{\text{㉠의 길이}}{\text{㉡의 길이}}$의 값은 커진다.

03 (1) 정답 ㉠: 마이오신 필라멘트, ㉡: 액틴 필라멘트

(2) 정답 ⓐ: A대, ⓑ: H대, ⓒ: I대

(3) 핵심 키워드: **액틴 필라멘트, 마이오신 필라멘트**

모범 답안 액틴 필라멘트(㉡)가 마이오신 필라멘트(㉠) 사이로 미끄러져 들어가 근육 원섬유 마디의 길이가 짧아지면서 근수축이 일어난다.

*** 채점 기준**

액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트를 정확하게 구분한 후 옳게 서술한 경우	100 %
액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트를 정확하게 구분하지는 못하였지만 내용은 옳게 서술한 경우	50 %

04 정답 ③ * 골격근의 수축 ····· [정답률 78%]

| 문제+자료 분석 |

- A대의 길이는 마이오신 필라멘트의 길이이므로 시점에 따라 변화하지 않고 일정하다. 따라서 t_2일 때 A대 길이는 1.6 μm이다.
- X의 길이=(A대의 길이)+2×(㉡의 길이)이다. 따라서 t_1일 때 X의 길이는 1.6+(2×0.2)=2 μm이다.
- ㉡의 길이=$\frac{\text{(X대의 길이)}-\text{(A대의 길이)}}{2}$이다. 따라서 t_2일 때 ㉡의 길이는 $\frac{3-1.6}{2}$=0.7 μm이다.
- X의 길이, A대의 길이, H대의 길이, ㉠의 길이, ㉡의 길이 사이의 관계를 토대로 시점별로 길이를 제시하면 아래 표와 같다.

시점	X의 길이	A대의 길이	㉠의 길이	㉡의 길이	H대의 길이
t_1	2.0 μm	1.6 μm	0.8 μm	0.2 μm	0 μm
t_2	3.0 μm	1.6 μm	0.3 μm	0.7 μm	1.0 μm

- X의 길이가 k만큼 증가하면 ㉠의 길이는 $\frac{k}{2}$만큼 감소하고, ㉡의 길이는 $\frac{k}{2}$만큼 증가하며, H대의 길이는 k만큼 증가한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. t_1일 때 X의 길이=(A대의 길이)+2×(㉡의 길이)이므로 1.6+2×0.2=2.0 μm이다.

ㄴ. X의 길이가 t_1일 때보다 t_2일 때 더 길기 때문에 t_2일 때가 t_1일 때보다 이완된 상태이다. 따라서 ㉡의 길이는 t_1일 때가 t_2일 때보다 짧다.

ㄷ. A대의 길이는 t_1일 때와 t_2일 때가 1.6 μm로 같다. t_2일 때 ㉠의 길이는 $\frac{\text{(A대의 길이)}-\text{(H대의 길이)}}{2}=\frac{1.6-1.0}{2}$이므로 0.3 μm이다. 따라서 t_2일 때 $\frac{\text{㉠의 길이}}{\text{A대의 길이}}=\frac{0.3}{1.6}=\frac{3}{16}$이다.

05 정답 ⑤ * 근육 원섬유 마디의 구조

| 문제+자료 분석 |

- 근육 원섬유 마디 X에서 ㉠은 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉡은 마이오신 필라멘트로만 되어 있는 부분이고, ㉢은 액틴 필라멘트로만 되어 있는 부분이다.
- 근육 원섬유 마디 X가 길어지면, ㉠은 짧아지고, ㉡과 ㉢은 길어진다. 따라서 ㉠은 ⓐ, ㉡은 ⓑ이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 근육 원섬유 마디(X)의 길이가 2.2 μm로 증가할 때, (나)에서 ⓑ의 길이가 증가했으므로 ⓑ가 H대인 ㉡이 된다. 따라서 X의 길이가 2.2 μm일 때 ㉡의 길이는 0.4 μm이다.

ㄴ. 근육 원섬유 마디(X)의 길이가 2.2 μm일 때 ㉡의 길이가 0.4 μm이고, ㉠+㉢의 길이는 (2.2−0.4)÷2=0.9 μm이다. ㉠+㉢은 액틴 필라멘트의 길이를 나타낸 값으로, 근수축과 관계없이 항상 일정한 값을 가진다. X의 길이가 2.0 μm일 때 ㉠=0.8 μm이므로, ㉢=0.9−0.8=0.1 μm이다.

ㄷ. ⓐ는 X의 길이가 줄어들 때 늘어나므로 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹쳐져 있는 ㉠이고, ⓑ는 마이오신 필라멘트만 있는 ㉡이다. 따라서 전자 현미경으로 근육 원섬유 마디의 구조를 관찰하면 ⓑ보다 ⓐ가 어둡다.

06 정답 ③ * 근육 수축의 원리 ····· [정답률 65%]

| 문제+자료 분석 |

- 근육 원섬유 마디 X는 좌우 대칭이므로 ㉠은 H대, ㉡은 액틴과 마이오신이 겹치는 부위의 길이의 절반, ㉢은 I대의 절반을 나타낸다.
- X의 길이가 감소할 때 ㉠과 ㉢의 길이는 감소하고, ㉡의 길이는 증가한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A대는 H대(㉠)와 액틴이 마이오신이 겹치는 부위(㉡)로 구성되므로 ㉡은 A대에 포함된다.

ㄴ. X의 길이는 ㉠+2㉡+2㉢으로, 마이오신 필라멘트의 길이는 ㉠+2㉡=1.4 μm으로 나타낼 수 있다. 따라서 X의 길이가 2.2 μm일 때, 2.2=㉠+2㉡+2㉢=1.4+2㉢이므로 ㉢의 길이는 0.4 μm이다.

내신 수능 F G

만약 ㉢을 d라 가정하면 $d=0.4$이고, A대$=$㉠$+2$㉡$=1.4=\frac{7}{2}d$이다. ㉠$+2$㉡의 값이 $\frac{7}{2}d$ 분수이므로 ㉢은 d가 아니다. 만약 ㉢을 $3d$라 가정하면 ㉠$+2$㉡$=\frac{21}{2}d=1.4$이다. ㉠$+2$㉡의 값이 $\frac{21}{2}d$ 분수이므로 ㉢은 $3d$가 아니다. 따라서 ㉢은 $2d$이며, d는 $0.2\ \mu m$이다. ㉠$+2$㉡$=1.4\ \mu m$을 만족하는 ㉠은 d, ㉡은 $3d$이다.

ㄷ. X가 k만큼 늘어난다면, H대의 길이(㉠)은 k만큼 늘어난다. X의 길이가 $2.2\ \mu m$일 때, H대(㉠)의 길이는 $0.2\ \mu m$이므로 X의 길이가 $2.4\ \mu m$일 때 H대의 길이는 $0.2\ \mu m$ 증가한 $0.4\ \mu m$이다.

07 정답 ① * 골격근 수축 과정 ····· [정답률 63%]

| 문제+자료 분석 |

1st t_2일 때 ㉡의 길이 구하기

- A대의 길이는 항상 변하지 않으므로 t_2일 때 A대의 길이는 $1.6\ \mu m$이다. t_2일 때 ㉢(H대)의 길이가 $0.4\ \mu m$이므로 ㉡은 $(1.6-0.4)\div2=0.6\ \mu m$이다.

2nd t_1과 t_2일 때 ㉠의 길이 찾기

- ㉠의 길이는 $\frac{\text{X의 길이}-\text{A대의 길이}}{2}$이므로 X의 길이가 $2.4\ \mu m$일 때, ㉠은 $\frac{2.4-1.6}{2}=0.4\ \mu m$이다. 같은 방식으로 X의 길이가 $2.8\ \mu m$일 때 ㉠은 $0.6\ \mu m$이다.

3rd ⓐ와 ⓑ 찾기

- t_1일 때 ㉡의 길이와 t_2일 때 ㉠의 길이가 같다고 하였으므로 t_1일 때 ㉠의 길이와 t_2일 때 ㉡의 길이가 같다. (액틴 필라멘트의 길이는 항상 일정하기 때문이다.)
- 따라서 t_2일 때 ㉡의 길이가 $0.6\ \mu m$이므로 t_1일 때 ㉡의 길이는 $0.4\ \mu m$이다.
- 이를 표로 정리하면 다음과 같다.

시점	㉠	㉡	㉢	X
t_1	$0.6\ \mu m$	$0.4\ \mu m$	$0.8\ \mu m$	$2.8\ \mu m$
t_2	$0.4\ \mu m$	$0.6\ \mu m$	$0.4\ \mu m$	$2.4\ \mu m$

| 보기 분석 |

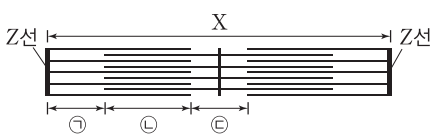
ㄱ. ⓐ는 t_1일 때 X의 길이로 $2.8\ \mu m$이다.

ㄴ. t_1일 때 X의 길이가 $2.8\ \mu m$이고 A대의 길이가 $1.6\ \mu m$이므로 ㉠의 길이는 $0.6\ \mu m$이다.

ㄷ. 액틴 필라멘트의 길이는 골격근의 수축 과정 동안 변화하지 않고 일정하다. ㉡의 길이만 비교하면 t_1일 때 ㉡의 길이가 $0.4\ \mu m$, t_2일 때 ㉡의 길이가 $0.6\ \mu m$로 t_1일 때가 t_2일 때보다 작다.

문제 풀이 Tip

근수축 시 길이가 변하지 않는 구간



- 액틴 필라멘트의 길이 ⇨ X−㉢
- 액틴 필라멘트의 길이의 절반 ⇨ ㉠+㉡
- 마이오신 필라멘트의 길이 ⇨ X−2㉠, 2㉡+㉢
- 마이오신 필라멘트의 길이의 절반 ⇨ ㉡$+\frac{1}{2}$㉢

H 신경계 문제편 272~274p

01 정답 ⑤ * 사람의 신경계

| 문제+자료 분석 |

- A는 대뇌, B는 척수이며, 중추 신경계는 대뇌와 척수로 구분된다.
- C는 뇌 신경, D는 척수 신경이며, 말초 신경계는 해부학적으로 뇌와 연결된 뇌 신경과 척수와 연결된 척수 신경으로 구분된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 대뇌, B는 척수이다. 따라서 A와 B는 중추 신경계를 구성한다.

ㄴ. C는 뇌에 연결된 뇌 신경이며, 12쌍으로 이루어져 있다. 뇌 신경과 척수 신경(D)은 말초 신경계이다.

ㄷ. D는 척수에 연결된 척수 신경이며, 31쌍으로 이루어져 있다. 말초 신경계는 뇌와 척수로부터 뻗어 나와 온몸에 퍼져 있으며, 중추 신경계와 몸의 각 부분을 연결한다.

02 정답 ⑤ * 중추 신경계 ····· [정답률 72%]

| 문제+자료 분석 |

- **A** 간뇌: 대뇌 아래쪽에 위치하며, 항상성 유지와 호르몬 조절의 중추이다.
- **B** 중간뇌: 간뇌 아래 위치하는 가장 작은 뇌이며, 안구 운동을 담당한다.
- **C** 연수: 뇌교와 척수 사이에 위치하며, 소화 운동, 심장 박동, 호흡 운동을 조절한다.
- **D** 대뇌: 고등 정신 활동 및 수의 운동을 조절한다.

| 선택지 분석 |

① A는 간뇌이고, 시상과 시상 하부로 구성된다.

② B는 중간뇌이므로 동공 반사의 중추이다.

③ 뇌줄기는 중간뇌, 뇌교, 연수로 구성된다. 따라서 C(연수)는 뇌줄기에 속한다.

④ D(대뇌)의 겉질은 주로 신경 세포체가 모여 있는 회색질이다.

⑤ 척수의 등쪽으로 감각 신경 다발이 후근을 이룬다. 따라서 ㉠은 척수의 후근이다.

03 (1) 정답 하품, 구토, 재채기, 침 분비 등의 반사 중추인가?, 호흡 운동의 중추인가?

(2) 정답 A: 연수, B: 간뇌

(3) 핵심 키워드: **혈압량, 체온, 삼투압**

모범 답안 간뇌는 자율 신경계의 최고 중추로, 혈당량 조절, 체온 조절, 삼투압 조절 등 항상성 유지에 중요한 역할을 한다.

＊채점 기준

3가지를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
3가지 중에서 2가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	60 %
3가지 중에서 1가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	30 %

04 정답 ④ * 척수의 구조와 기능

| 문제+자료 분석 |

- 척수의 각 마디에서는 배 쪽으로 운동 신경(㉠) 다발이 좌우 1개씩 나와 전근을 이루고, 등 쪽으로 감각 신경(㉡) 다발이 좌우 1개씩 나와 후근을 이룬다.
- 척수는 신경의 통로 역할을 할 뿐만 아니라 무조건 반사의 중추이기도 하다. 무조건 반사의 예로는 무릎 반사, 회피 반사, 배변 · 배뇨 등이 있다.

| 선택지 분석 |

④ ㉠은 운동 신경, ㉡은 감각 신경이며, ㉢은 무릎 반사, 회피 반사, 배변 · 배뇨 반사 등이 있다.

05 정답 ③ * 무릎 반사 ····· [정답률 83%]

- **무릎 반사**: 척수가 중추인 무조건 반사이다.
- 감각기에서 자극을 받아들인 후 감각 뉴런을 따라 전달된 신경 자극은 후근을 통해 척수 속질의 연합 뉴런(㉠)으로 전달된다.
- 척수를 중추로 하여 전근을 통해 운동 뉴런(㉡)에 신경 자극이 전달되며 최종적 으로 다리 근육의 수축과 이완을 조절하여 다리가 올라간다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 척수 속질에 존재하는 연합 뉴런으로, 감각 뉴런을 통해 들어온 정보를 통합하여 운동 뉴런에 명령을 전달한다.

ㄴ. ㉡은 반응기인 근육과 연결된 운동 뉴런으로 전근을 통해 나온다. ㉡과 연결된 근육은 허벅지 앞쪽의 근육과는 다르게 수축이 억제된다.

ㄷ. 무릎 반사의 조절 중추는 척수이다. 감각 뉴런은 대뇌로 연결되는 뉴런과도 시냅스를 이루고 있어 대뇌에서도 자극을 인지할 수 있으나 척수를 중추로 한 경로보다 반응 경로가 길기 때문에 무조건 반사가 일어난 후에 대뇌에서 자극을 인지하게 된다.

06 (1) 정답 A: 감각 신경, B: 감각 신경, C: 연합 신경, D: 운동 신경, E: 운동 신경, F: 연합 신경

(2) 핵심 키워드: **감각 뉴런, 연합 뉴런, 운동 뉴런**

모범 답안 압정에 손이 찔리면 감각 뉴런인 A를 통해 척수에 있는 연합 뉴런인 F로 정보를 전달하고, F가 운동 뉴런인 E를 통해 근육을 수축시킴으로써 반응하도록 한다. 이때 자극은 B를 통해 대뇌의 연합 뉴런인 C로도 전달되어 통증을 느끼도록 한다.

*** 채점 기준**

척수 반사 경로와 대뇌로 전달되어 일어나는 반응을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
척수 반사 경로와 대뇌로 전달되어 일어나는 반응 중 1가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	50 %

07 정답 ③ * 자율 신경계

| 문제+자료 분석 |

- A는 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런, B는 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런이며, A와 B의 말달에서는 모두 아세틸콜린이 분비된다.
- C는 교감 신경의 신경절 이전 뉴런, D는 교감 신경의 신경절 이후 뉴런이며, C의 말단에서는 노르에피네프린, D의 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이므로 아세틸콜린이 분비되고, B는 신경절 이후 뉴런이므로 같은 아세틸콜린이 분비된다.

ㄴ. C는 교감 신경의 신경절 이전 뉴런이므로 아세틸콜린이 분비된다. 노르에피네프린은 교감 신경의 신경절 이후 뉴런인 D에서 분비된다.

ㄷ. C는 교감 신경의 신경절 이전 뉴런이고, D는 신경절 이후 뉴런이다. 따라서 D가 흥분하면 신경절 이후 뉴런의 말단에서 노르에피네프린이 분비된다. 노르에피네프린에 의해 심장 박동은 빨라지게 되므로 단위 시간당 심장에서 내보내는 혈액량은 증가하게 된다.

08 정답 ③ * 말초 신경계 ····· [정답률 57%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠: 골격근에 연결된 체성 운동 신경이다.
- ㉡: 교감 신경의 신경절 이후 뉴런이다.
- ㉢: 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 중추 신경계의 명령을 골격근으로 전달하는 운동 뉴런으로 원심성 뉴런에 해당한다.

ㄴ. ㉡(교감 신경의 신경절 이후 뉴런)이 흥분하면 말단에서 노르에피네프린이 분비되어 방광이 확장된다.

ㄷ. ㉢(부교감 신경의 신경절 이전 뉴런)의 신경 세포체는 척수에 있다.

09 정답 ⑤ * 자율 신경과 위액 분비

| 문제+자료 분석 |

- (가): A는 신경절 이전 뉴런이고, B는 신경절 이후 뉴런이다. A가 B보다 긴 뉴런이므로 (가)의 자율 신경은 부교감 신경이다.
- (나): 부교감 신경이 흥분하면 소화액의 분비와 소화 운동이 촉진되므로 위액의 분비가 촉진된다.

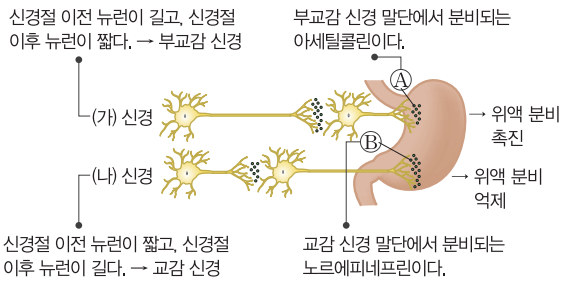
| 보기 분석 |

ㄱ. 뉴런에 자극을 준 후에 위 속의 pH가 낮아지는 것은 위액 분비가 촉진되었기 때문이다. 따라서 (가)의 자율 신경은 부교감 신경이고, 뉴런 A에 주어진 자극에 의해 B의 말단에서는 아세틸콜린이 분비되어 위액 분비가 촉진되었다.

ㄴ. 소화액 분비를 조절하는 중추는 연수이다. 따라서 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 연수에 있다.

ㄷ. 뉴런 A는 신경절 이전 뉴런이고, 뉴런 B는 신경절 이후 뉴런이다. 신경절 이전 뉴런이 길고 신경절 이후 뉴런이 짧은 것으로 보아 부교감 신경이며, 부교감 신경은 위액 분비를 촉진한다.

*** 자율 신경과 위액 분비**



➡ 위액 분비가 촉진되면, 위액에는 위산이 들어 있으므로 위 속의 pH가 낮아진다.

내신 수능 G H

10 정답 ② * 자율 신경

| 문제+자료 분석 |

- (가): 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 긴 X는 부교감 신경이며, 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧은 Y는 교감 신경이다.
- (나): A는 심장 박동이 빨라지고, B는 심장 박동이 느려진다. 교감 신경은 심장 박동을 촉진하므로 A는 교감 신경인 Y를 자극했을 때 막전위 변화이며, B는 부교감 신경인 X를 자극했을 때 막전위 변화이다.

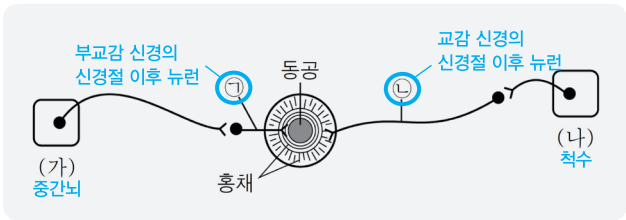
| 보기 분석 |

ㄱ. 부교감 신경(X)의 신경절 이후 뉴런 말단에서 분비되는 신경 전달 물질 ㉠은 아세틸콜린이며, 교감 신경(Y)의 신경절 이전 뉴런 말단에서 분비되는 신경 전달 물질 ㉡도 아세틸콜린이다. 따라서 ㉠과 ㉡은 모두 아세틸콜린이다.

ㄴ. 부교감 신경(X)에 의해 분비되는 신경 전달 물질은 아세틸콜린으로, 막전위의 변화는 자극 전에 비해 느리게 나타난다. 따라서 자율 신경 X를 자극했을 때 막전위의 변화는 B와 같이 나타난다.

ㄷ. 교감 신경(Y)의 흥분 발생 빈도가 증가하면 소장에서는 소화액 분비가 억제된다. 소화액 분비를 촉진시키는 신경은 부교감 신경이다.

11 정답 ④ * 신경계 ····· [정답률 42%]



| 문제+자료 분석 |

- ㉠이 구성하는 자율 신경은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길기 때문에 ㉠은 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런이다.
- ㉡이 구성하는 자율 신경은 신경절 이후 뉴런이 신경절 이전 뉴런보다 길기 때문에 ㉡은 교감 신경계의 신경절 이후 뉴런이다.
- (가): 부교감 신경을 통해 동공에 연결되어 있으므로 중간뇌이다.
- (나): 교감 신경을 통해 동공에 연결되어 있으므로 척수이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 중간뇌, 뇌교, 연수는 뇌줄기를 구성하므로 (가)~(중간뇌)는 뇌줄기에 속한다.

ㄴ. ㉠이 흥분하면 신경 전달 물질인 아세틸콜린이 분비되어 동공의 크기가 작아진다.

ㄷ. ㉡(교감 신경의 신경절 이후 뉴런)의 축삭 돌기 말단에서 노르에피네프린이 분비된다. 교감 신경의 신경절 이전 뉴런에서 분비되는 물질이 아세틸콜린이다.

12 정답 ③ * 말초 신경계 ····· [정답률 55%]

| 문제+자료 분석 |

- 중추 신경계와 반응기 사이에 신경절이 존재하는 A와 B는 자율 신경이다.
- 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 긴 A는 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이다. 반면 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧은 B는 교감 신경의 신경절 이후 뉴런이다.
- C는 골격근에 명령을 전달하므로 체성 운동 신경이며, 체성 신경은 신경절이 없다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런으로 홍채를 조절하는 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런은 신경 세포체가 중간뇌에 있다.

ㄴ. B(교감 신경의 신경절 이후 뉴런)의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 노르에피네프린이다. 교감 신경이 심장에 작용하면 심장 박동이 촉진된다.

ㄷ. C(체성 운동 신경)는 체성 신경계에 속한다.

내신 수능 Ⅰ 항상성 유지 문제편 275~277p

01 정답 ③ * 호르몬과 신경계 ····· [정답률 66%]

| 문제+자료 분석 |

- 신경의 자극 전달 매체는 뉴런이고 호르몬의 자극 전달 매체는 혈액이다.
- (가): 물질 ⓐ는 혈액을 통해 표적 세포 ㉠에 신호를 전달하므로 호르몬에 의한 작용이다.
- (나): 뉴런에서 신경 전달 물질이 분비되므로 신경에 의한 작용이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 ⓐ의 수용체를 가지고 있으므로 ⓐ의 표적 세포이다.

ㄴ. 호르몬은 내분비샘에서 분비되어 혈액에 의해 운반되는 화학 물질이고, 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질도 화학 물질이므로 (가)와 (나)의 신호 전달에 모두 화학 물질이 관여한다.

ㄷ. 항상성 조절 효과는 호르몬의 작용의 경우 비교적 오래 지속되지만, 신경계의 작용은 일시적이며 빨리 사라진다. 따라서 (나)보다 (가)에서 더 오래 지속된다.

02 (1) 정답 (가): 음성 피드백, (나): 길항 작용

(2) 정답 글루카곤

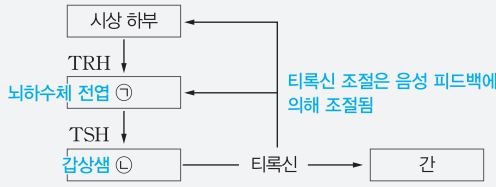
(3) 핵심 키워드: 음성 피드백, 항상성 유지

모범 답안 (가)는 음성 피드백에 의한 항상성 유지 원리이다. (가)의 작용이 정상적으로 이루어질 때, 호르몬 B의 분비량이 많아지면 내분비샘의 작용을 억제하여 호르몬 A의 분비량이 감소하고, 그 결과 호르몬 B의 분비량이 더 이상 증가하지 않고 감소하게 됨으로써 전체적으로 호르몬 B의 농도는 일정한 상태가 된다.

＊채점 기준

호르몬 B의 분비량이 많아지면 A의 분비량이 감소하고, 그 결과 B의 분비량이 감소하여 B의 분비량이 일정하게 유지된다고 옳게 서술한 경우	100 %
내분비샘의 작용을 억제한다고만 서술한 경우	30 %

03 정답 ⑤ * 티록신의 음성 피드백



| 문제+자료 분석 |

- 티록신의 분비 조절은 음성 피드백에 의해 조절되며, ㉠은 뇌하수체 전엽, ㉡은 갑상샘이다.

| 선택지 분석 |

① 시상 하부에서 분비되는 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)의 표적 기관(㉠)은 뇌하수체 전엽이다.

② 갑상샘 자극 호르몬(TSH)의 표적 기관은 갑상샘(㉡)이다.

③ 갑상샘 자극 호르몬(TSH)에 대한 수용체는 표적 기관인 갑상샘(㉡)에 있다.

④ 티록신 농도가 높아지면 음성 피드백에 의해 시상 하부와 뇌하수체 전엽에서 각각 TRH와 TSH의 분비가 억제된다.

⑤ 티록신은 물질대사를 촉진하는 호르몬이다.

04 정답 ② * 티록신 분비 조절 ····· [정답률 50%]

| 문제+자료 분석 |

- 티록신은 갑상샘에서 분비되어 물질대사를 촉진하는 호르몬으로 음성 피드백에 의해 조절된다.
- 음성 피드백은 어떤 자극이 반응을 일으켰을 때, 반응의 결과가 원인을 억제하는 방향으로 작용하는 현상이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 내분비샘 ㉠은 TSH를 분비하는 뇌하수체 전엽이다.

ㄴ. TSH는 내분비샘에서 생성되어 혈액으로 분비된다. 따라서 표적 기관인 갑상샘으로 혈액을 통해 이동한다.

ㄷ. 티록신의 농도가 증가하면 음성 피드백 작용으로 TRH와 TSH의 분비가 억제한다. 따라서 갑상샘에서 티록신의 분비가 억제되어 티록신의 농도가 일정하게 유지된다.

05 정답 ② * 글루카곤과 인슐린 ····· [정답률 63%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 글루카곤: 이자의 α 세포에서 분비되는 호르몬이다. 글리코젠이 포도당으로 전환되는 과정을 촉진하여 혈당을 증가시킨다.
- ㉡ 인슐린: 이자의 β 세포에서 분비되는 호르몬이다. 조직 세포로 포도당 흡수를 촉진하여 혈당을 감소시킨다.
- (나)에서 포도당의 농도가 증가하면 혈당을 감소시키는 인슐린(A) 농도가 증가하게 된다. 따라서 A는 ㉡(인슐린)이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 혈중 포도당 농도가 증가할수록 인슐린 분비는 증가하고, 글루카곤 분비는 감소한다. 포도당 농도가 증가할수록 A의 농도가 증가하므로 A는 ㉡(인슐린)이다.

ㄴ. ㉡은 이자의 β 세포에서 분비되므로 인슐린이고, 간에서 포도당이 글리코젠으로 전환되는 것을 촉진한다.

ㄷ. ㉠(글루카곤)과 ㉡(인슐린)의 분비를 조절하는 중추는 간뇌 시상하부이다. 간뇌 시상하부는 호르몬 분비의 중추이다.

문제 풀이 Tip

포도당과 인슐린은 비례 관계이다.

06 정답 ④ * 혈당량 조절

| 문제+자료 분석 |

- 운동 시작 후 근육 세포가 포도당을 에너지원으로 사용하면서 포도당이 감소하고, 그에 따라 글루카곤 분비가 촉진되어 글리코젠이 포도당으로 전환된다.
- 따라서 운동 시작 후 증가하는 B는 글루카곤이며, 인슐린과 글루카곤은 길항 작용에 의해 서로 반비례 관계이므로 감소하는 A는 인슐린이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 운동을 시작하면 혈액 속의 포도당이 근육 세포에서 에너지원으로 사용되기 때문에 혈당량이 감소하게 된다. 그러므로 교감 신경에 의해 이자의 α 세포에서는 글루카곤(B)의 분비를 증가시키고, β세포에서는 인슐린(A)의 분비를 감소시킨다.

ㄴ. 운동을 시작하면 글루카곤의 분비는 증가하고, 인슐린의 분비는 감소하게 되지만 아예 분비가 멈추지는 않는다.

ㄷ. 인슐린(A)과 글루카곤(B)은 간세포에서 길항 작용을 통해 혈당량을 일정하게 유지하도록 한다.

07 정답 ① * 혈당량 조절 ····· [정답률 34%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 포도당을 투여하면 혈당량이 증가하게 되고 혈당량을 감소시키기 위해 인슐린 분비가 증가한다.
- (나): 글리코젠을 포도당으로 전환하는 과정을 촉진하는 호르몬은 글루카곤(A)이다. 글루카곤은 혈당량이 낮을 때 분비되어 혈당량을 높인다.
- 글루카곤은 이자의 α세포에서 분비되고, 인슐린은 이자의 β세포에서 분비된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 이자에서 분비되어 혈당량 조절에 관여하고, (나)에서와 같이 글리코젠을 포도당으로 전환하여 혈당량을 높이는 기능을 하므로 글루카곤이다.

ㄴ. 혈액에서 세포로의 포도당 흡수를 촉진하는 호르몬은 인슐린이다.

ㄷ. 혈중 인슐린 농도는 혈당량이 높을 때 증가하므로 혈중 인슐린의 농도는 혈당량이 높은 t_1일 때가 혈당량이 낮은 t_2일 때보다 더 높다.

08 정답 ① * 체온 조절 ····· [정답률 66%]

| 문제+자료 분석 |

- **저온 자극 시**: 갑상샘에서 티록신 분비량이 증가하여 물질대사가 촉진되어 열 발생량이 증가한다. 또한 골격근이 빠르게 수축 · 이완되어 몸이 떨린다. 따라서 (가)와 (다)는 저온 자극을 주었을 때 나타나는 반응이다.
- **고온 자극 시**: 티록신 분비가 억제되어 열 발생량이 감소하고, 교감 신경의 작용이 약화되어 피부 근처 혈관이 확장되면서 열 발산량이 증가한다. 따라서 (나)는 고온 자극을 주었을 때 나타나는 반응이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 티록신은 갑상샘에서 분비되는 호르몬으로 세포 호흡 등의 물질대사를 촉진시켜 열 발생량을 증가시킨다.

ㄴ. 저온 자극을 주었을 때 교감 신경에 의해 피부 근처 혈관이 수축되고, 고온 자극을 주었을 때 피부 근처 혈관이 확장되므로 (나)는 고온 자극을 주었을 때 나타나는 반응이다.

ㄷ. 교감 신경이 활성화되면 심장 박동이 촉진되고 골격근의 떨림이 증가하여 열 발생량이 증가한다.

문제 풀이 Tip

체온 조절 과정에서 피부 근처 혈관의 수축은 교감 신경의 작용 강화에 의해, 피부 근처 혈관의 이완은 교감 신경의 작용 완화에 의해 나타난다.

09 정답 ③ * 체온 조절 과정

| 문제+자료 분석 |

- 체온 변화 감지와 조절의 중추는 간뇌 시상 하부이다.
- 간뇌 시상 하부에 저온 자극이 주어지면 열 발생량이 증가하고 열 발산량이 감소해 체온이 높아진다. 반면에 간뇌 시상 하부에 고온 자극이 주어지면 열 발생량이 감소하고 열 발산량이 증가해 체온이 낮아진다.
- 따라서 시상 하부 온도가 감소할수록 증가하는 A는 열 발생량이며, 시상 하부 온도가 증가할수록 증가하는 B는 열 발산량이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 체온 조절은 열 발생량(A)과 열 발산량(B)을 통해 조절된다. 중추의 온도가 37 ℃보다 높아지면 열 발생량(A)은 상대적으로 줄이고, 열 발산량(B)은 증가하게 된다.

ㄴ. 티록신은 물질대사를 촉진시켜 열 발생량을 증가시키는 호르몬이다. 따라서 체온이 낮을 때(T_1)가 높을 때(T_2)보다 더 많이 분비된다.

ㄷ. 체온 조절 중추는 간뇌의 시상 하부이다.

내신 수능 H I

10 정답 ③ * 삼투압 조절 ····· [정답률 68%]

| 문제+자료 분석 |

- A 항이뇨 호르몬(ADH): 뇌하수체 후엽에서 분비되어 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진하는 호르몬이다.
- ADH 증가 → 콩팥에서 물의 재흡수 증가 → 혈액량 증가, 오줌 양 감소 → 혈장 삼투압 감소, 오줌 삼투압 증가

| 보기 분석 |

ㄱ. 뇌하수체 후엽에서 분비되어 혈장 삼투압을 변화시키는 호르몬 A는 항이뇨 호르몬(ADH)이다.

ㄴ. A(항이뇨 호르몬)의 표적 기관은 콩팥이므로 콩팥에 A(항이뇨 호르몬)의 표적 세포가 있다.

ㄷ. A(항이뇨 호르몬)의 혈중 농도가 증가하면 콩팥에서 수분의 재흡수가 촉진된다. 단위 시간당 생성되는 오줌 생성량은 감소하며 오줌 삼투압은 증가한다.

11 정답 ① * 항이뇨 호르몬의 분비 조절

| 문제+자료 분석 |

- 체내 수분량이 부족하면 전체 혈액량도 감소하고, 항이뇨 호르몬(ADH) 분비량이 증가한다. 전체 혈액량이 감소할수록 혈중 X의 농도는 증가하므로 X는 항이뇨 호르몬(ADH)이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 혈액량이 변할 때 뇌하수체 후엽에서 분비되는 호르몬은 항이뇨 호르몬(ADH)이다. 항이뇨 호르몬의 표적 기관은 콩팥이다.

ㄴ. A일 때가 B일 때보다 혈중 X의 농도가 높으므로 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 많아 오줌 생성량이 적다. 그러므로 오줌의 삼투압은 A일 때가 B일 때보다 높다.

ㄷ. 오줌의 생성량은 물의 재흡수가 적을 때 많다. 혈중 X(항이뇨 호르몬)의 농도는 안정 상태가 A일 때보다 적으므로 안정 상태일 때 오줌으로 나가는 물의 재흡수가 A일 때보다 적게 일어나 오줌의 생성량은 A일 때보다 안정 상태일 때가 많다.

문제 풀이 Tip

ADH 농도는 오줌 삼투압과 비례 관계이며, ADH 농도는 오줌 생성량과 반비례 관계이다.

12 (1) 정답 간뇌의 시상 하부

(2) 핵심 키워드: **삼투압**

모범 답안 짠 음식을 섭취하면 혈장 삼투압과 오줌 삼투압은 높아지게 된다.

(3) 핵심 키워드: **항이뇨 호르몬(ADH), 수분 재흡수**

모범 답안 항이뇨 호르몬(ADH), 혈장 삼투압이 높아지면 뇌하수체 후엽에서 항이뇨 호르몬이 분비되고, 콩팥에서 수분의 재흡수를 증가시켜 혈장 삼투압을 낮추게 된다.

＊채점 기준

(2)	혈장 삼투압과 오줌 삼투압 변화를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
	혈장 삼투압과 오줌 삼투압 변화 중 1가지만 옳게 서술한 경우	50 %
(3)	항이뇨 호르몬을 쓰고, 그 작용에 대해 옳게 서술한 경우	100 %
	항이뇨 호르몬만 쓴 경우	30 %

J 질병과 병원체 문제편 278~279p

01 정답 ③ * 병원체 ····· [정답률 91%]

| 문제+자료 분석 |

- 6가지 질병 중 A는 비감염성 질병, B는 세균이 병원체인 감염성 질병, C는 바이러스가 병원체인 감염성 질병을 나타낸다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A에 해당하는 헌팅턴 무도병과 혈우병은 병원체의 감염으로 발생하는 질병이 아니다. 헌팅턴 무도병은 신경계가 손상되는 유전병이고, 혈우병도 유전에 의해 발병한다. 따라서 A는 비감염성 질병이다.

ㄴ. B는 세균에 의해 발생하는 질병이다. 세균은 원핵세포이므로 생명체의 특성을 나타낸다. 단세포 원핵생물인 세균은 분열법으로 번식하는데, 분열법은 체세포 분열로 생식을 하는 방법이다.

ㄷ. C는 바이러스에 의한 질병이다. 바이러스는 자신의 효소를 가지고 있지 않으므로 독립적으로 물질대사를 하지 못한다. 바이러스는 세포 구조가 아니고, 핵산과 단백질 껍질로 이루어진다.

02 정답 ⑤ * 질병의 구분

| 문제+자료 분석 |

- **결핵**: 병원체가 세균인 감염성 질병이다.
- **독감, 홍역**: 병원체가 바이러스인 감염성 질병이다.
- **고혈압**: 비감염성 질병이다.

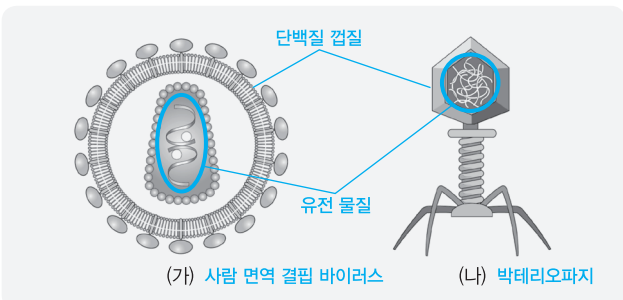
| 보기 분석 |

ㄱ. 결핵, 독감, 홍역과 고혈압을 구분할 수 있는 기준(A)으로 '감염성 질병인가?'는 가능하다. 결핵, 독감, 홍역은 감염성 질병이고, 고혈압은 생활 습관과 유전적 요인에 의한 비감염성 질병이다.

ㄴ. 결핵은 결핵균에 의해 발병하는 질병으로 결핵균은 독립적으로 물질대사를 하며, 독감과 홍역은 바이러스에 의해 발병하는 질병으로 바이러스는 독립적으로 물질대사를 하지 못한다. 따라서 '병원체는 독립적으로 물질대사를 하는가?'는 B에 해당한다.

ㄷ. 세균에 의한 질병을 치료하기 위해 항생제를 사용하고, 바이러스에 의한 질병을 치료하기 위해 항바이러스제를 사용한다.

03 정답 ③ * 질병과 병원체 ····· [정답률 80%]



| 문제+자료 분석 |

- (가): 사람 면역 결핍 바이러스(HIV)는 후천성 면역 결핍증(AIDS)의 병원체이다.
- (나): 박테리오파지는 대장균과 같은 세균에 기생하여 살아가는 바이러스이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 사람 면역 결핍 바이러스 (가)는 세포막을 가지고 있지 않아 세포 구조를 갖추고 있지 않으며 유전 물질인 핵산을 단백질 껍질이 둘러싸고 있는 구조로 되어 있다. 따라서 (가)는 세포 구조가 아니다.

ㄴ. 박테리오파지 (나)는 독자적인 효소가 없어 스스로 물질대사를 하지 못한다. 바이러스는 살아있는 숙주 세포에 들어가 기생하지만 숙주 세포 밖에서는 핵산을 포함한 단백질 결정체로 존재한다.

ㄷ. 사람 면역 결핍 바이러스 (가)와 박테리오파지 (나)는 모두 단백질 껍질 안에 유전 물질(핵산)을 가진다.

04 정답 ③ * 세균과 바이러스

| 문제+자료 분석 |

- (가)는 결핵균, (나)는 후천성 면역 결핍증을 일으키는 사람 면역 결핍 바이러스(HIV)이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 핵막과 막으로 된 세포 소기관이 없는 원핵세포 구조로 되어 있고, (나)는 비세포성 구조이다.

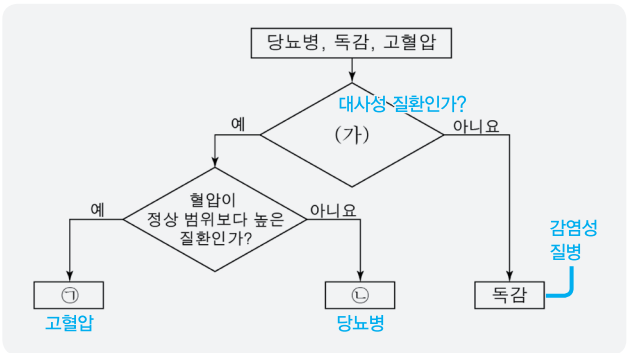
ㄴ. (나)는 바이러스이므로 살아 있는 생명체의 세포 속에서 세포가 가지고 있는 효소를 이용해 물질대사를 한다. 따라서 바이러스는 독립적으로 물질대사를 할 수 없다.

ㄷ. (가)와 (나)는 모두 유전 물질인 핵산을 가지고 있다.

* 질병을 일으키는 병원체

세균	분열법으로 번식하고, 핵이 없는 단세포 원핵생물이다.
바이러스	비세포 구조이며, 세균보다 크기가 작다.
곰팡이	몸이 실 모양의 균사로 이루어진 다세포성 진핵생물이다.

05 정답 ④ * 질병의 구분 ····· [정답률 79%]



| 문제+자료 분석 |

- 당뇨병은 인슐린의 분비 부족이나 작용 이상으로 혈당량이 조절되지 않는 질환이며, 고혈압은 혈압이 정상 범위보다 높은 질환이다. 당뇨병과 고혈압은 비감염성 질병에 해당한다.
- 독감은 바이러스에 의한 질병으로, 병원체에 감염되어 발생하는 감염성 질병에 해당한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 대사성 질환은 물질대사 장애에 의해 발생하는 질환으로 당뇨병과 고혈압은 대사성 질환이다. 독감은 바이러스에 의한 감염성 질병으로 대사성 질환이 아니다. 따라서 '대사성 질환인가?'는 (가)에 해당한다.

ㄴ. 고혈압은 혈압이 정상 범위보다 높은 상태가 지속되는 질환이므로 ㉠은 고혈압이며, ㉡은 당뇨병이다.

ㄷ. ㉡(당뇨병)은 비감염성 질병이다.

06 정답 ③ * 병원체

| 문제+자료 분석 |

- 병원체는 인체에 질병을 일으키는 감염 인자이며, 병원체의 종류에는 원생생물, 바이러스, 세균, 곰팡이, 변형된 프라이온 등이 있다.

| 선택지 분석 |

A. 무좀의 병원체는 진핵생물인 곰팡이이다.

B. 말라리아의 병원체는 원생생물인 말라리아 원충으로, 말라리아는 매개 곤충인 모기를 통해 전염된다.

C. 독감의 병원체는 바이러스이다. 바이러스는 비세포 구조이며, 독자적으로 효소를 가지고 있지 않기 때문에 스스로 물질대사와 세포 분열을 할 수 없다.

07 정답 ④ * 질병의 구분 ····· [정답률 74%]

| 문제+자료 분석 |

- A 감염성 질병: 병원체에 의해 발병하며 전염되기도 한다. 후천성 면역 결핍 증후군(AIDS)(㉠), 독감(㉡)은 바이러스성 질병, 결핵은 세균성 질병이다.
- B 비감염성 질병: 병원체 없이 발병하며 전염되지 않는다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 후천성 면역 결핍 증후군(㉠)의 병원체는 바이러스이다. 바이러스는 세포 구조가 아니다.

ㄴ. 독감(㉡)은 바이러스에 의해 일어나는 질병이다. 바이러스는 세포 구조로 되어 있지 않으며, 효소가 없어 스스로 물질대사를 할 수 없다.

ㄷ. 혈우병은 유전적으로 발병하는 비감염성 질병의 대표적인 예이다. 따라서 B의 예에 해당한다.

08 정답 ② * 병원체 ····· [정답률 60%]

| 문제+자료 분석 |

- A 말라리아: 말라리아의 병원체는 말라리아 원충이다. 원생생물계에 속하며 단세포 진핵생물이다.
- B 무좀: 무좀은 피부 표면에 발생하는 곰팡이성 질병이다. 곰팡이는 균계에 속하며 다세포 진핵생물이다.
- C 홍역: 홍역은 바이러스에 의한 질병으로 바이러스는 세포로 이루어져 있지 않으나 감염을 일으키는 병원체이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 세 가지 특징에 모두 해당하는 질병이다. 병원체가 원생생물에 해당하는 질병은 말라리아이다.

ㄴ. 홍역의 병원체는 바이러스이다. 원생생물이 아니고 세포로 구성되어 있지도 않으므로 홍역은 ㉠에 해당하는 한 가지 특징만을 가진다. 따라서 C가 홍역이며, C(홍역)의 병원체는 세포 분열을 통해 증식하지 않는다.

ㄷ. B는 무좀으로 두 가지 특징을 가진다. 무좀의 병원체는 원생생물이 아닌 곰팡이이므로 세포 구조로 되어 있으며 ㉠에 해당하는 특징이 나타나야 한다. ㉠은 A~C 모든 질병에서 공통적으로 나타나는 특징이어야 하므로 '감염성 질병이다.'는 ㉠에 해당한다.

* 병원체의 종류와 특징

종류	핵산	세포 구조	핵막	질병의 예
바이러스	○	×	×	독감, AIDS
세균(박테리아)	○	○	×	결핵
곰팡이	○	○	○	무좀
변형 프라이온 (단백질 입자)	×	×	×	광우병

내신 수능 I J

내신 수능 K 우리 몸의 방어 작용 문제편 280~282p

01 정답 ④ * 비특이적 방어 작용

| 문제+자료 분석 |

- **비특이적 방어 작용**: 병원체의 종류나 감염 경험의 유무와 관계없이 감염 발생 시 신속하게 반응이 일어난다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 백혈구의 일종인 B 림프구가 관여하는 방어 작용은 특이적 방어 작용이다.
ㄴ. 피부는 병원체가 몸속으로 들어오는 것을 막아 물리적인 장벽 역할을 하는 비특이적 방어 작용을 한다. 이와 같은 비특이적 방어 작용으로는 피부와 점막, 점액, 위산, 식균 작용, 염증 반응이 있다.
ㄷ. 눈, 콧속, 소화관, 호흡기 등과 같이 피부가 없는 부위는 눈물이나 콧물처럼 끈끈한 점액을 분비하는 점막으로 덮여 있다. 점액에는 세균의 세포벽을 분해하는 효소인 라이소자임이 들어 있어 병원체의 침입을 막는다.

02 (1) 정답 히스타민

(2) 정답 (가) → (다) → (나)

(3) 핵심 키워드: **히스타민, 모세 혈관**

모범 답안 상처 부위 주변의 비만 세포에서 히스타민이 분비되어 모세 혈관을 확장시키고 혈관벽의 투과성을 높였기 때문이다.

＊채점 기준

관련된 물질을 포함하여 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
관련된 물질을 포함하지 않고 까닭만 옳게 서술한 경우	50 %

03 정답 ③ * 특이적 방어 작용

| 문제+자료 분석 |

- ㉠: 가슴샘에서 성숙된다. ➡ 보조 T 림프구, 세포독성 T 림프구
- ㉡: 특이적 방어 작용에 관여한다. ➡ 보조 T 림프구, 세포독성 T 림프구, 형질 세포
- ㉢: 병원체에 감염된 세포를 직접 파괴한다. ➡ 세포독성 T 림프구

| 보기 분석 |

ㄱ. 특징 ㉠~㉢을 모두 나타내는 세포 Ⅰ은 세포독성 T 림프구이다.
ㄴ. 특징 ㉡만 나타내는 세포 Ⅱ는 형질 세포이다. 형질 세포에서는 항원에 대한 항체를 분비한다.
ㄷ. ㉢은 세포 Ⅰ(세포독성 T 림프구)만 나타내는 특징으로, ㉢은 '병원체에 감염된 세포를 직접 파괴한다.'이다.

04 정답 ③ * 특이적 방어 작용

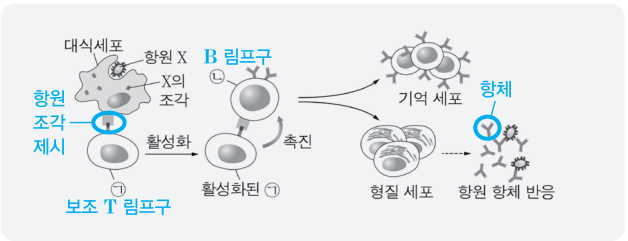
| 문제+자료 분석 |

- 상처 부위로 침입한 세균을 백혈구가 식균 작용으로 제거하는 것은 비특이적 방어 작용이다.
- 대식 세포에 의해 노출된 항원으로 보조 T 림프구가 활성화되면서, 보조 T 림프구에 의해 B 림프구(㉠)가 활성화된다. B 림프구가 증식과 분화 과정을 거쳐서 형질 세포(㉡)와 기억 세포(㉢)로 분화된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 백혈구의 한 종류인 대식 세포에 의한 식균 작용이므로 비특이적 방어 작용에 해당한다.
ㄴ. 항원에 의해 활성화된 보조 T 림프구에 의해 형질 세포로 분화하는 ㉠은 B 림프구이다.
ㄷ. 항원 X의 1차 침입에 의해 기억 세포(㉢)가 생성되어 있으므로 항원 X의 2차 침입이 일어나면 기억 세포(㉢)는 빠르게 분열하면서 형질 세포(㉡)로 전환하여 신속하게 다량의 항체가 생성됨으로써 항원 X를 무력화시킨다.

05 정답 ③ * 특이적 방어 작용 ····· [정답률 55%]



| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 보조 T림프구: 가슴샘에서 성숙되고, 항원을 인식하여 활성화된다.
- ㉡ B 림프구: 골수에서 성숙하는 림프구로, 형질 세포와 기억 세포로 분화한다.
- 형질 세포는 항체를 생성하고, 기억 세포는 항원이 재침입하면 형질 세포로 빠르게 분화된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 대식 세포는 식균(식세포) 작용으로 병원체를 세포 안에서 분해하여 항원에 대한 정보를 보조 T림프구에 제시하는 역할을 한다.
ㄴ. 활성화된 보조 T림프구(㉠)에 의해 분화가 촉진되는 ㉡은 B 림프구이다.
ㄷ. 보조 T 림프구에 의해 활성화된 B 림프구가 증식하고 분화하여 형질 세포를 생성하고, 형질 세포에서 분비된 항체가 항원 항체 반응을 통해 항원을 제거한다. 항체가 관여하는 면역 반응을 체액성 면역이라고 한다.

문제 풀이 Tip
항원의 재침입시 기억 세포가 형질 세포로 분화된다는 것을 꼭 기억하자.

06 정답 ⑤ * 인간 면역 결핍 바이러스

| 문제+자료 분석 |

- 인간 면역 결핍 바이러스(HIV)는 인간의 몸 안에 살면서 인체의 면역 기능을 파괴하며, 후천성 면역 결핍증(AIDS)을 일으키는 바이러스이다.
- 보조 T 림프구는 B 림프구를 활성화하여 형질 세포로 분화하도록 하고, 형질 세포는 항체를 생성한다. 그림에서 시간이 지날수록 보조 T 림프구의 수가 감소하므로 항원을 무력화시킬 항체 농도도 감소하게 되어 HIV의 수는 증가하게 된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 구간 a에서 보조 T 림프구의 수와 HIV 항체 농도가 증가하는 것으로 보아, HIV에 대한 항원 항체 반응이 일어남을 알 수 있다.
ㄴ. 구간 a에서 HIV 항체 농도가 증가하는 것으로 보아, 항체를 생산하는 형질 세포가 생성되고 있음을 알 수 있다.
ㄷ. t_2 시기에는 보조 T 림프구의 수가 크게 감소하므로, 항체 생성 능력이 감소하여 t_1 시기보다 t_2 시기에 감염성 질환에 더 잘 걸린다.

07 정답 ④ * 체액성 면역 반응 ····· [정답률 65%]

| 문제+자료 분석 |

- 생쥐 Ⅰ에서는 X에 노출된 적이 없어 면역 반응이 일어나지 않았으므로, (마)에서 X가 제거되지 못하므로 죽는다.
- 죽은 X를 주사한 생쥐 Ⅱ에서는 체액성 면역 반응이 일어나 항체가 생성되었으며, 이 과정에서 기억 세포가 분화되었다. 따라서 (마)에서 살아 있는 X에 감염 되기 전 생쥐 Ⅱ의 체내에는 X에 대한 항체와 기억 세포가 존재한다.
- 또한 생쥐 Ⅲ은 항체가 들어 있는 Ⅱ의 혈청을 주사 받았으므로 (마)에서 생존할 수 있는 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 혈청에는 세포가 포함되어 있지 않다. 따라서 (다)의 Ⅱ에서 얻은 혈청에는 X에 대한 항체는 들어 있지만 형질 세포가 들어 있지는 않다.

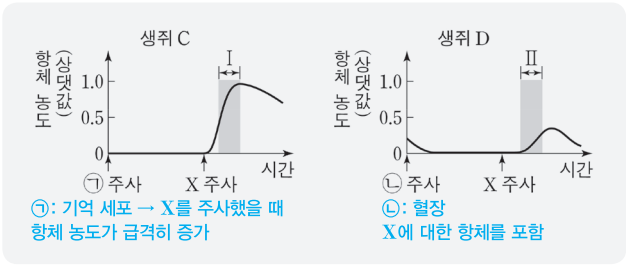
ㄴ. (마)의 생쥐 Ⅱ에서는 죽은 X에 대한 체액성 면역 반응 과정에서 생성된 항체가 작용하였거나, 분화된 기억 세포가 작용해 체액성 면역 반응이 일어났으므로 X에 대한 특이적 방어 작용이 일어났다.

ㄷ. (마)에서 생쥐 Ⅰ은 죽은 반면, 생쥐 Ⅲ이 산 것은 X에 대한 항체가 들어 있는 생쥐 Ⅱ의 혈청을 먼저 주사 받아서 살아 있는 X를 항원 항체 반응으로 제거했기 때문이다.

문제 풀이 Tip

혈청에는 세포가 존재하지 않는다.

08 정답 ⑤ * 방어 작용 ····· [정답률 65%]



| 문제+자료 분석 |

- ㉠ A의 기억 세포: 생쥐 C에 ㉠을 주사한 후 X를 주사했을 때 항체의 농도가 급격하게 증가하므로 ㉠은 기억 세포이다. X를 주입했을 때 2차 면역 반응에 의해 기억 세포가 형질 세포로 분화하여 항체 생성량이 많고 항체 생성 속도가 빠르다.
- ㉡ B의 혈장: 생쥐 D에 ㉡을 주사한 즉시 항체 농도가 소폭 증가했으므로 ㉡은 항체를 포함하고 있는 혈장이다. 생쥐 D에는 X에 대한 기억 세포가 주입되지 않았으므로 이후 X를 주사했을 때 항체 농도가 소폭 증가하는 1차 면역 반응이 일어난다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 생쥐 D에 ㉡을 주사한 즉시 항체 농도가 증가했으므로 B의 혈장인 ㉡에 X에 대한 항체가 포함되어 있다. 생쥐 B에서 X에 대한 항체가 생성되는 특이적 방어 작용이 일어난 것이다.

ㄴ. 구간 Ⅰ에서 X를 주사한 이후 항체의 농도가 증가한 것은 형질 세포로부터 X에 대한 항체가 생성된 것이다. 이 형질 세포는 주사된 ㉠(기억 세포)이 분화한 것으로 구간 Ⅰ에서 많은 양의 항체가 빠르게 생성된다.

ㄷ. 생쥐 D에는 X에 대한 항체가 직접 주입되었으며 X에 대한 기억 세포가 주입되지 않았으므로 구간 Ⅱ에서 X에 대한 1차 면역 반응이 일어난다. 구간 Ⅱ에서 항체가 생성되는 속도가 느리며 생성량이 많지 않다.

09 핵심 키워드: 백신, 항체, 기억 세포

모범 답안 ㄷ, 백신을 접종하면 체내에서 1차 면역 반응이 일어나면서 소량의 항체가 생성되고, 기억 세포가 형성된다.

| 문제+자료 분석 |

- 백신은 병원성을 약화시키거나 비활성화시켜 만든 것이다.
- 병에 걸리기 전에 백신을 주사하여 체내에 항체가 만들어지게 하고, 그 항원에 대한 기억 세포가 형성되게 함으로써 실제 병원체가 들어왔을 때 2차 면역 반응에 의해 빠르게 병원체를 제거하여 병에 걸리지 않도록 한다.

*** 채점 기준**

ㄷ을 고르고, 옳게 고쳐 쓴 경우	100 %
ㄷ만 고른 경우	30 %

10 정답 ④ * ABO식 혈액형

| 문제+자료 분석 |

- 항 A 혈청은 응집원 A에 응집 반응을 일으키는 응집소 α를 가지고 있으므로 ㉠은 응집소 α이다.
- 항 B 혈청에는 응집소 β가 들어 있어 항 B 혈청에 응집 반응을 했다는 것은 적혈구 표면에 응집원 B가 있다는 것이므로 혈액형은 B형이 된다.
- 따라서 이 사람은 응집원 B와 응집소 α를 가지므로 B형이다.

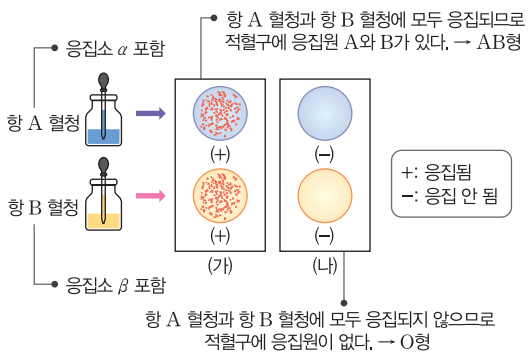
| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 응집소 α이다.

ㄴ. 항 B 혈청에는 응집소 β가 들어 있으므로 항 B 혈청에 응집 반응이 일어났다는 것은 적혈구 표면에 응집원 B가 있다는 것이다.

ㄷ. 항 A 혈청에는 응집소 α가 들어 있어 응집원 A와 응집 반응이 일어난다.

*** ABO식 혈액형 판정**



11 정답 ③ * ABO식 혈액형 판정

| 문제+자료 분석 |

- 33명을 대상으로 ABO식 혈액형 판정 실험을 했을 때, 항 A 혈청에 응집한 사람이 14명이므로 A형과 AB형의 합은 14명이 된다.
- 항 B 혈청에 응집한 사람이 13명이므로 B형과 AB형의 합은 13명이며, 두 혈청에 모두 응집한 사람이 4명이므로 AB형이 4명이 된다.

| 선택지 분석 |

③ A형은 10명, B형은 9명, AB형은 4명이므로 혈장에 응집소 α와 β를 모두 갖고 있는 O형은 10명이 된다.

내신 수능 L 염색체와 세포 주기 문제편 283~285p

01 정답 ③ * 염색체의 구조

| 문제+자료 분석 |

- 염색체는 DNA와 히스톤 단백질로 이루어진 복합체이며, DNA(B)는 히스톤 단백질을 감아 뉴클레오솜(A)을 형성한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A는 뉴클레오솜이며, 히스톤 단백질과 DNA로 구성되어 있다.
ㄴ. B는 DNA이다. DNA를 구성하는 기본 단위는 뉴클레오타이드로 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1의 비로 결합되어 있다.
ㄷ. ㉠과 ㉡은 S기에 복제되고 전기에 응축되어 형성된 염색 분체이므로 유전자 구성이 서로 같다.

02 정답 ② * 염색체 형성 과정

| 문제+자료 분석 |

- 그림은 복제된 각각의 풀어진 염색사가 응축되어 두가닥의 염색 분체(㉡, ㉢)로 된 염색체가 되는 과정을 나타낸 것이다.
- 염색체의 기본 단위는 히스톤 단백질을 DNA가 감싸고 있는 뉴클레오솜(㉠)이며, 하나의 염색체는 수많은 뉴클레오솜으로 이루어진다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 히스톤 단백질과 DNA로 된 염색체의 구성 단위인 뉴클레오솜이다. 뉴클레오타이드는 DNA의 기본 단위이다.
ㄴ. 간기의 S기에 DNA가 복제되고 분열기 중 전기에 응축되면 염색 분체가 된다. 따라서 염색 분체에는 복제된 유전자가 포함되어 있으므로 ㉡에 대립유전자 R가 존재할 경우 ㉢에도 대립유전자 R가 존재한다.
ㄷ. 염색체는 간기에는 풀어져 있다가 분열기 중 전기에 응축된다.

03 정답 ② * 상동 염색체의 대립유전자

| 문제+자료 분석 |

- 상동 염색체 (가)와 (나)는 부모로부터 하나씩 물려받으므로 상동 염색체에 있는 대립유전자는 같을 수도 있고, 서로 다를 수도 있다.
- (가)의 두 염색 분체의 DNA는 하나가 복제된 것이므로 두 염색 분체는 대립유전자 구성이 같다. 따라서 ㉠은 T이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 염색 분체는 세포 분열을 위해 DNA를 복제하여 만들어진 것으로, 동일한 대립유전자를 가지고 있다. 따라서 ㉠은 같은 위치의 염색 분체에 있는 대립유전자와 같은 T이다.
ㄴ. (가)와 (나)는 상동 염색체로 부모로부터 각각 하나씩 물려받은 것이다. 따라서 (가)가 복제되어 (나)가 만들어진 것이 아니며, 대립유전자는 같을 수도 있고 다를 수도 있다.
ㄷ. ⓐ와 ⓑ는 염색 분체로 생식세포 분열 시 감수 2분열에서 분리되며, (가)와 (나)는 상동 염색체로 생식세포 분열 시 감수 1분열에서 분리된다.

04 정답 ② * 핵상과 염색체 수

| 문제+자료 분석 |

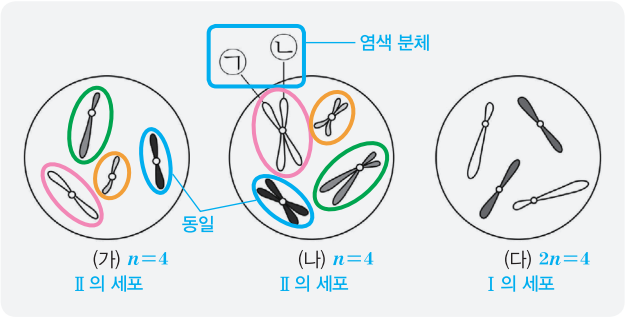
- 염색체가 2개씩 상동 염색체 쌍을 이루고 있을 경우 핵상은 $2n$이며, 상동 염색체 중 1개씩만 있어 염색체가 쌍을 이루고 있지 않을 경우 핵상이 n이다.
- 따라서 (가)는 $n=4$, (나)는 $2n=4$이므로 (가)는 동물 B의 세포, (나)는 동물 A의 세포이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)에는 상동 염색체 중 하나씩만 들어 있으므로 핵상은 n이고 염색체 수는 4이다. 따라서 (가)의 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=8$이므로 (가)는 B의 세포이다.
ㄴ. (가)에는 상동 염색체 중 하나씩만 들어 있으므로 핵상은 n, (나)에는 상동 염색체가 쌍을 이루고 있으므로 핵상은 $2n$이다.
ㄷ. 체세포 분열 중기 세포의 염색 분체 수는 체세포 염색체 수의 2배이다. A(나)의 체세포 분열 중기 세포의 염색체 수는 4이므로 A의 체세포 분열 중기 세포의 염색 분체 수는 8이다. 감수 1분열 중기 세포의 2가 염색체 수는 체세포 염색체 수의 절반이다. B(가)의 체세포 염색체 수는 8이므로 B의 감수 1분열 중기 세포의 2가 염색체 수는 4이다.

따라서 $\frac{\text{A의 체세포 분열 중기 세포의 염색 분체 수}}{\text{B의 감수 1분열 중기 세포의 2가 염색체 수}}=\frac{8}{4}=2$이다.

05 정답 ③ * 상동 염색체의 대립유전자 ····· [정답률 52%]



| 문제+자료 분석 |

- (가)와 (나)의 염색체 크기는 같지만 (다)의 염색체 크기는 다르므로 (다)는 (가), (나)와는 다른 종의 세포이다.
- (가)와 (나)의 상동 염색체가 쌍으로 존재하지 않으므로 핵상은 n이고 염색체 수는 4이다.($n=4$) 따라서 (가)와 (나)는 개체 Ⅱ($2n=8$)의 세포이며, (다)는 개체 Ⅰ($2n=4$)의 세포이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (다)는 개체 Ⅰ($2n=4$)의 세포이다.
ㄴ. ㉠과 ㉡은 하나의 염색체를 구성하는 염색 분체이다.
ㄷ. 감수 1분열 중기는 DNA 복제 후 염색 분체 2개로 이루어진 염색체가 존재하는 핵상이 $2n$인 시기이므로 Ⅱ의 감수 1분열 중기 세포 1개당 염색체 수는 8이다. 이 시기의 염색 분체 수는 염색체 수의 2배이다. Ⅱ는 $2n=8$이므로 감수 1분열 중기 세포 1개당 염색 분체 수는 $8\times2=16$이다.

06 정답 ⑤ * 핵형과 염색체 수

| 문제+자료 분석 |

- 서로 다른 종의 두 생물은 염색체 수가 같을 수 있지만, 염색체의 모양과 크기에 차이가 있으므로 핵형이 서로 다르다.
- 따라서 침팬지와 감자는 염색체 수는 같지만 서로 다른 종이므로 핵형이 서로 다르다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 침팬지와 감자는 체세포의 염색체 수가 같지만 종이 다르므로 핵형은 서로 다르다.
ㄴ. 사람의 체세포에는 22쌍의 상염색체와 1쌍의 성염색체가 있다.
ㄷ. 생식세포의 핵상은 n이고 체세포에 있는 염색체의 절반이 들어 있으므로 초파리의 정자에는 4개의 염색체가 들어 있다.

07 정답 ① * 핵형 분석 ····· [정답률 60%]

| 문제+자료 분석 |

- 핵형 분석을 통해 성별, 염색체 수나 구조 이상에 의한 질환 등을 분석할 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 다운 증후군은 21번 상염색체가 3개인 경우이다. 이 사람은 핵형 분석 결과 21번 염색체가 3개 관찰되므로 다운 증후군의 염색체 이상을 보인다.

ㄴ. 정상인은 상염색체를 44개 가지지만, 이 사람은 21번 염색체를 3개 가지고 있어 상염색체 수는 45이다. 이 사람의 총 염색체 수는 47이다.

ㄷ. 핵형 분석을 통해 성별이나 염색체 수의 이상 등을 알 수 있지만, 유전자 이상은 알 수 없다. 낫 모양 적혈구 빈혈증은 유전자 이상에 의한 유전병이므로 이 핵형 분석 결과에서 알 수 없다.

08 정답 ③ * 핵형 분석

| 문제+자료 분석 |

- 핵형 분석은 체세포 분열 중기 세포의 염색체 사진을 이용해 분석하며, 핵형을 분석하면 성별과 염색체 수나 구조의 이상을 확인할 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 핵형 분석은 체세포 분열 중기 세포를 이용하여 분석한다. 간기에는 염색체가 풀어져 있어 핵형 분석에 적합한 시기가 아니다.

ㄴ. 적록 색맹은 X 염색체에 있는 적록 색맹 대립유전자의 유무에 따른 유전 형질이므로 핵형 분석을 통해서는 알 수 없다. 핵형 분석을 통해 성별이나 염색체 수의 이상 등을 알 수 있지만, 유전자 수준의 이상은 알 수 없다.

ㄷ. 염색 분체 수는 염색체 수×2이며, 상염색체 수는 44개이므로 상염색체의 염색 분체 수는 $44\times2=88$이다. 성염색체 수는 2이므로 핵형 분석 결과에서 $\frac{\text{상염색체의 염색분체 수}}{\text{성염색체 수}}=\frac{88}{2}=44$이다.

09 정답 ⑤ * 세포 주기

| 문제+자료 분석 |

- 세포 주기는 크게 간기와 분열기로 나뉘며, 간기는 G_1기(㉠), S기(㉡), G_2기로 나뉜다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 분열기 다음 세포 주기는 G_1기(㉠)이며, G_1기에서 세포의 구성 물질을 합성하고, 세포의 생장이 가장 많이 일어난다.

ㄴ. G_1기 이후 시기인 ㉡은 S기이며, 이 시기에는 DNA 복제가 일어난다.

ㄷ. G_2기는 간기이며, 이 시기에는 핵막이 관찰된다.

10 정답 ③ * 세포 주기와 체세포 분열 ····· [정답률 57%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): 체세포 분열의 세포 주기는 G_1기 → S기 → G_2기 → M기(분열기)의 순서로 진행된다. (가)의 화살표 방향을 분석하면 ㉢은 분열기 전 단계이므로 G_2기이고, ㉠은 G_1기, ㉡은 S기이다.
- (나): 분열기 중 전기에 핵막이 소실되고 방추사가 형성되므로 (나)는 분열기에 관찰된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠(G_1기) 시기에 세포의 생장에 필요한 단백질 합성이 활발하게 일어나고 세포 소기관의 수가 증가하는 등 세포가 빠르게 생장한다.

ㄴ. (나)는 방추사가 형성되고 있는 세포로 분열기의 세포에 해당한다.

ㄷ. 체세포 분열의 후기에 동원체에 서로 붙어 있던 염색 분체가 분리되기 시작한다. 따라서 분열기에 염색 분체가 분리된다.

11 핵심 키워드: 유전 정보 손상, 딸세포, 이동

모범 답안 풀어진 염색체가 응축됨으로써 세포 분열하는 동안 유전 정보의 손상 없이 딸세포로 이동하기 간편하며, 균등하게 나누어 들어갈 수 있기 때문이다.

| 문제+자료 분석 |

- 염색체는 유전 정보인 DNA를 가지는데 풀어진 상태에서는 DNA의 길이가 매우 길다. 풀어진 염색체가 응축됨으로써 염색체 이동이 쉬워지고 정확하게 양쪽으로 나누어질 수 있다.

＊ 채점 기준

유전 정보가 손상되지 않고 균등하게 나누어진다는 내용을 포함하여 서술한 경우	100 %
유전 정보가 손상되지 않는다는 내용만 포함하여 서술한 경우	50 %

12 정답 ① * 세포 주기

| 문제+자료 분석 |

- **집단 A**: 구간 Ⅰ은 G_1기, 구간 Ⅱ는 G_2기와 M기에 해당한다. 세포 수는 세포 주기의 길이에 비례하므로 G_1기가 (G_2기+M기)보다 세포 수가 많은 것을 통해 세포 주기가 긴 것을 알 수 있다.
- **집단 B**: 물질 X로 인해 S기에서 G_2기로의 전환이 억제되어 세포당 DNA양이 1~2인 구간의 세포 수가 증가한 것이다.

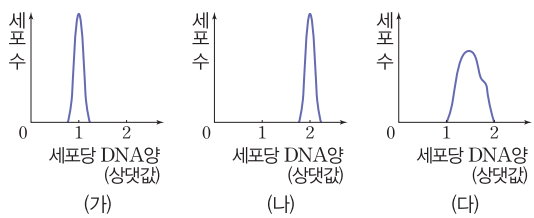
| 보기 분석 |

ㄱ. 그림에서 G_1기의 세포 수가 G_2기의 세포 수보다 많은 것은 G_1기가 G_2기보다 시간이 길기 때문이다.

ㄴ. 방추사는 세포 주기 중 분열기(M기)에 나타나 동원체에 결합해 염색체를 양극으로 이동시킨다. M기의 세포는 구간 Ⅱ에 존재하고 구간 Ⅰ에 존재하지 않으므로 방추사가 나타난 세포 수는 구간 Ⅰ에서보다 구간 Ⅱ에서가 많다.

ㄷ. 단백질 Y의 기능이 저해된 집단 B는 정상적인 집단 A에 비해 G_1기의 세포 수는 감소하고 S기의 세포 수는 크게 증가하였다. 이를 통해 G_1기에서 S기로의 전환이 아니라 S기에서 G_2기로의 전환이 억제된다는 것을 알 수 있다.

＊ 세포 주기 억제 시 DNA양 변화



(가) G_1기에서 S기로의 진행이 억제될 경우 G_1기의 세포 수가 증가한다.

(나) 방추사의 형성이 억제되는 경우 M기가 진행되지 않아 G_2기의 세포 수가 증가한다.

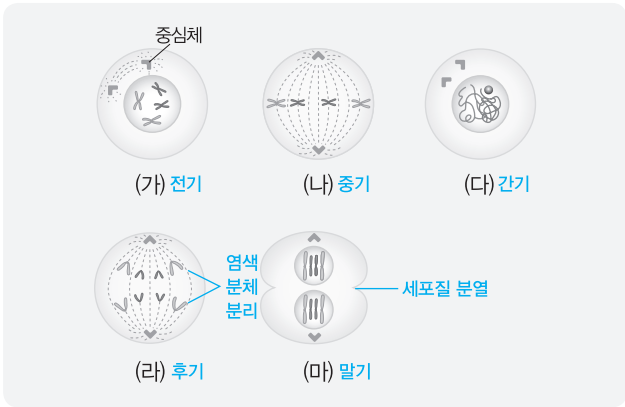
(다) S기에서 G_2기로의 진행이 억제될 경우 S기의 세포 수가 증가한다.

내신 수능 L

내신 수능

M 세포 분열 문제편 286~288p

01 정답 (다) → (가) → (나) → (라) → (마)



| 문제+자료 분석 |

- (가)에서 염색체가 관찰되므로 (가)는 체세포 분열 전기, (나)는 염색체가 중앙에 배열되어 있으므로 중기, (다)는 핵이 있으므로 간기, (라)는 염색체가 양극으로 이동하고 있으므로 후기, (마)는 세포질 분열이 일어나고 있으므로 말기이다.
- 따라서 간기 → 전기 → 중기 → 후기 → 말기 순으로 배열하면 (다) → (가) → (나) → (라) → (마)가 된다.

02 정답 ② * 체세포 분열과 세포 주기 ····· [정답률 53%]

| 문제+자료 분석 |

- (가): ⓐ는 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 체세포 분열 중기의 세포이다. ⓑ는 염색 분체가 분리되어 세포의 양극으로 이동하고 있으므로 체세포 분열 후기이다.
- (나): 체세포 분열의 세포 주기는 G_1기(㉢) → S기 → G_2기(㉠) → M기(㉡)의 순서로 진행된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ⓐ(체세포 분열 중기의 세포)에서는 체세포 분열이 일어나므로 2가 염색체가 없다. 2가 염색체는 감수 1분열 전기에 형성되므로 감수 분열이 일어나는 세포에서 관찰된다.

ㄴ. ⓑ(체세포 분열 후기의 세포)는 분열기인 ㉡ 시기에서 관찰된다.

ㄷ. S기에 DNA가 복제되므로 G_2기(㉠)의 세포 1개당 DNA 상대량은 G_1기(㉢)의 세포 1개당 DNA 상대량의 2배이다. 따라서 $\frac{\text{㉠시기 세포 1개당 DNA 상대량}}{\text{㉢시기 세포 1개당 DNA 상대량}} = 2$이다.

03 (1) 정답 G_2기

| 문제+자료 분석 |

- G_2기에 분열에 필요한 물질들이 합성되는데 그 중 하나가 방추사 형성에 필요한 단백질 합성이다.

(2) 핵심 키워드: S기, DNA 복제

모범 답안 모세포는 간기의 S기에 DNA 복제가 일어나 세포 1개당 DNA양이 2배가 된 상태에서 분열하여 딸세포가 생성되므로 모세포와 딸세포의 DNA양이 같다.

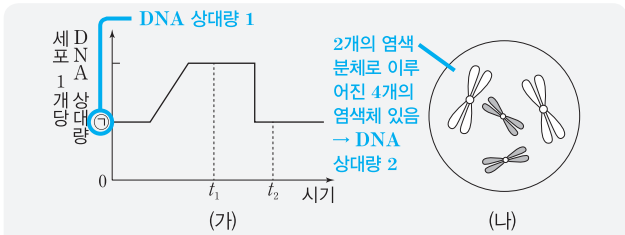
| 문제+자료 분석 |

- G_1기 모세포는 S기를 거치면서 DNA 복제가 일어나고 세포 1개당 DNA양이 2배가 된 상태에서 세포 분열을 1회만 하여 딸세포가 생성되므로 모세포와 딸세포는 DNA양이 같다.

*** 채점 기준**

S기에 DNA 복제가 일어나 DNA양이 2배가 된 상태에서 세포 분열이 일어나기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
S기를 언급하지 않고 DNA양만 언급하여 서술한 경우	50 %

04 정답 ④ * 체세포 분열 ····· [정답률 61%]



| 문제+자료 분석 |

- (가): DNA 상대량이 증가하는 시기는 간기 중 S기이고, DNA 상대량이 감소하는 시기는 말기이다.
- (나): 크기와 모양이 같은 상동 염색체 2쌍이 존재하므로 핵상이 $2n$이고, DNA 복제 이후에 생성된 염색체로 각 염색체는 염색 분체를 2개씩 갖는다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (나)는 DNA 복제 이후 형성된 염색체로 각 염색체의 염색 분체 수는 2이다. (나)의 DNA 상대량이 2이고, t_1과 t_2 중 한 시점일 때 관찰되는 세포라고 했으므로 (나)는 t_1일 때 관찰되는 세포이다. ㉠은 DNA 복제 전의 세포 1개당 DNA 상대량이므로 DNA 상대량이 1임을 알 수 있다.

ㄴ. 체세포 분열에서 DNA 복제는 1회, 세포 분열은 1회가 일어나고 모세포에서 딸세포가 형성될 때 핵상의 변화는 $2n \rightarrow 2n$으로 변함없다. (가)에서 세포의 핵상은 t_1과 t_2일 때 모두 $2n$이다.

ㄷ. 체세포 분열에서는 염색 분체의 분리가, 감수 1분열에서는 상동 염색체의 분리가, 감수 2분열에서는 염색 분체의 분리가 일어난다. t_1과 t_2 사이에서 세포 1개당 DNA 상대량이 감소하였으므로 염색 분체의 분리가 일어나 각 염색체가 양극으로 이동한 후 세포질 분열이 일어났음을 알 수 있다.

05 정답 ② * 감수 분열 ····· [정답률 61%]

| 문제+자료 분석 |

- Ⅰ : 상동 염색체가 분리되는 감수 1분열 과정이다.
- Ⅱ : 염색 분체가 분리되는 감수 2분열 과정이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 2가 염색체는 감수 1분열 전기에 상동 염색체가 접합하여 형성되는데 $2n=6$인 세포에는 3쌍의 상동 염색체가 있으므로 3개의 2가 염색체가 형성된다.

ㄴ. 과정 Ⅰ(감수 1분열) 이후의 딸세포에는 상동 염색체 중 하나씩만 들어 있으므로 핵상은 $2n$에서 n으로 변한다.

ㄷ. 과정 Ⅱ는 염색 분체가 분리되는 감수 2분열 과정이다. 상동 염색체가 분리되는 과정은 Ⅰ(감수 1분열)이다.

06 정답 ② * 감수 분열 ····· [정답률 62%]

| 문제+자료 분석 |

- ⓐ와 ⓑ의 핵상이 다르므로 ⓐ는 생식 세포 분열이 일어나기 전의 간기에 해당하는 세포로 핵상이 $2n$이며, ⓑ와 ⓒ는 분열기에 해당하는 세포로 핵상이 n이다.
- ⓐ는 간기에 해당하는 세포로 Aa를 모두 가지며, ⓑ와 ⓒ는 분열기에 해당하는 세포로 상동 염색체가 분리되었기 때문에 각각 A 또는 a 중 하나만을 가진다.

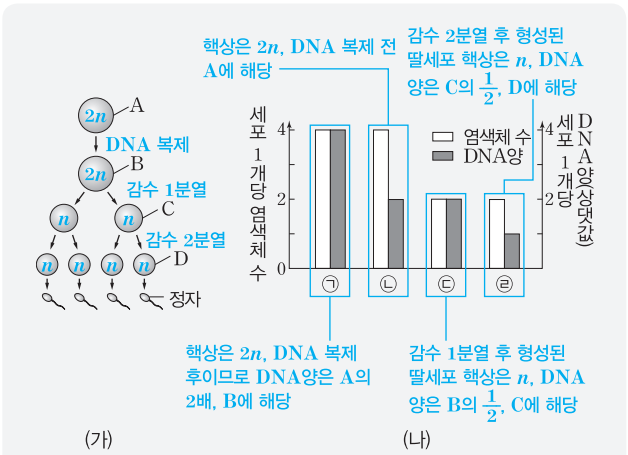
| 보기 분석 |

ㄱ. ⓐ는 간기에 해당하는 세포로 핵상이 $2n$이며, 구간 Ⅰ이나 구간 Ⅱ에서 관찰된다.

ㄴ. ⓑ와 ⓒ는 분열기에 해당하는 핵상이 n인 세포로 상동 염색체가 분리되었기 때문에 각각 A 또는 a 중 하나만을 가지므로 유전자 구성이 다르다.

ㄷ. 구간 Ⅰ은 간기 중 G_1기에 해당한다. DNA가 복제되기 전으로 핵막이 분해되지 않고 핵이 관찰된다.

07 정답 ① * 정자의 형성과 생식세포 분열



| 문제+자료 분석 |

- A와 B의 핵상은 $2n$이고, B의 DNA양은 A의 2배이므로 A는 ㉡, B는 ㉠이다.
- C와 D는 핵상이 n이고, C의 DNA양은 D의 2배이므로 C는 ㉢, D는 ㉣이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 B이고 핵상은 $2n$, 염색체 수가 4이므로 염색 분체 수는 8이다. ㉣은 D이고 핵상은 n, 염색체 수는 2이다. 따라서 $\frac{\text{㉣의 염색체 수}}{\text{㉠의 염색 분체 수}}=\frac{1}{4}$이다.

ㄴ. $2n=4$인 세포에서 상동 염색체는 2쌍이므로 2가 염색체는 2개이다.

ㄷ. (나)의 세포를 세포 분열 과정 순서대로 나열하면 ㉡ → ㉠ → ㉢ → ㉣이다.

08 정답 ④ * 유전적 다양성

| 문제+자료 분석 |

- 감수 분열 시 상동 염색체가 무작위로 배열된 후 독립적으로 분리되어 염색체 조합이 다양한 생식세포가 형성된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 염색 분체는 유전적 구성이 동일하므로 감수 2분열에서 염색 분체가 분리되는 것은 유전적 다양성이 생기는 요인이 아니다.

ㄴ. 유전적 구성이 서로 다른 많은 수의 정자와 난자가 무작위로 수정되면 다양한 자손이 만들어진다.

ㄷ. 감수 1분열 중기에 상동 염색체 쌍이 무작위로 배열된 후 분리되면 다양한 생식세포가 형성된다.

09 정답 ③ * 감수 분열 ····· [정답률 75%]

| 문제+자료 분석 |

- 세포 1개당 DNA 상대량과 세포 1개당 염색체 수는 (가)에서가 (나)에서의 절반이다.
- (가)와 (나)는 모두 중기의 세포이므로 (가)는 감수 2분열 중기의 세포, (나)는 감수 1분열 중기의 세포이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)와 (나)는 모두 중기의 세포이고, 세포 1개당 염색체 수는 (가)에서가 (나)에서의 절반이므로 (가)는 감수 2분열 중기의 세포이다. 따라서 (가)의 핵상은 n이다.

ㄴ. (나)는 감수 1분열 중기의 세포로, 세포 중앙에 3개의 2가 염색체가 있다.

ㄷ. (나)는 감수 1분열 중기의 세포이고 DNA 상대량이 4이다. 이는 G_1기 세포가 S기를 거쳐 형성된 세포이기 때문에 G_1기 세포 1개당 DNA 상대량은 4의 절반인 2이다.

10 정답 ③ * 사람의 염색체 ····· [정답률 64%]

세포 \ 염색체	Y 염색체 ㉠	15번 염색체 ㉡	X 염색체 ㉢
여자 A	×	○	○
정자 B	○	○	×
남자 C	○	○	○

(○: 있음, ×: 없음)

| 문제+자료 분석 |

1st 염색체의 특징 파악

- **정자**: X 염색체 또는 Y 염색체를 하나 가진다.
- **남자의 체세포**: X 염색체와 Y 염색체가 모두 존재한다.
- **여자의 체세포**: X 염색체가 존재하며, Y 염색체가 존재하지 않는다.

2nd 15번 염색체 찾기

- 정자, 남자의 체세포, 여자의 체세포 모두 15번 염색체를 가지므로 ㉡은 15번 염색체이다.

3rd 성염색체의 크기 비교

- X 염색체는 Y 염색체보다 크므로 ㉢은 X 염색체이고, ㉠은 Y 염색체이다. 따라서 A는 여자의 체세포, B는 정자, C는 남자의 체세포이다.

내신 수능 M

| 보기 분석 |

ㄱ. 세 염색체 중 가장 크기가 작은 ㉠은 Y 염색체이다.
ㄴ. A는 여자의 체세포이고, B는 정자이다. 체세포는 핵상이 $2n$으로 46개의 염색체를 가지고 정자는 핵상이 n이므로 23개의 염색체를 가진다. 따라서 염색체 수는 A가 B의 2배라는 것을 알 수 있다.
ㄷ. C는 남자의 체세포이다. 남자의 체세포에는 성염색체인 X 염색체와 Y 염색체가 각각 1개씩 있으며, 상염색체인 15번 염색체는 2개(1쌍) 존재한다. 따라서 ㉡은 2개를 갖지만 ㉢은 1개를 갖는다.

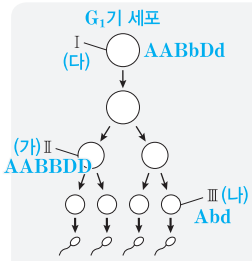
11 핵심 키워드: 상동 염색체, 염색 분체, $2n \rightarrow 2n$, $2n \rightarrow n$

모범 답안 체세포 분열인 (가)에서는 염색 분체가 분리되므로 핵상이 $2n \rightarrow 2n$으로 변화가 없고, 감수 1분열인 (나)에서는 상동 염색체가 분리되므로 핵상이 $2n \rightarrow n$으로 변한다.

＊채점 기준

(가)와 (나)에서의 핵상 변화와 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
(가)와 (나)에서의 핵상 변화만 옳게 서술한 경우	50 %

12 정답 ② ＊DNA 상대량 비교 ····· [정답률 60%]



세포	DNA 상대량		
	A	b	d
(가) Ⅱ	2	0	0
(나) Ⅲ	㉠ 1	1	㉡ 1
(다) Ⅰ	2	1	1

| 문제+자료 분석 |

1st Ⅰ 분석하기
- 표에서 DNA 상대량이 1 또는 2인 경우를 확인할 수 있다. 복제 전 1개당 DNA 상대량이 1이라고 판단하고 문제에 접근해야 한다.
- G_1기의 경우 A가 2일 때 b와 d는 1이 되므로 (다)가 Ⅰ이며 G_1기의 세포라고 판단할 수 있다.

2nd Ⅱ 분석하기
- Ⅱ는 감수 1분열이 완료된 이후의 세포이므로 복제되어 2배가 된 대립유전자를 가지게 된다. 따라서 (가)에 해당하며 b, d의 DNA 상대량이 0인 것을 통해 B와 D의 DNA 상대량이 2일 것이라고 생각할 수 있다.

3rd Ⅲ 분석하기
- Ⅲ은 Ⅱ가 아닌 다른 감수 2분열 중기 세포에서 분열된 것이므로 Ⅱ와 B/b, D/d의 구성이 다를 것이라는 것을 예상할 수 있다.
- Ⅲ은 (나)가 되며, 감수 2분열로 염색 분체가 나누어지므로 A의 DNA 상대량(㉠)은 1, d의 DNA 상대량(㉡)도 1이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (다)는 AABbDd에 해당하므로 DNA 복제 전 상태인 Ⅰ이 된다. Ⅱ는 DNA 복제 후 감수 1분열에 의해 상동 염색체가 나누어진 상태이다. 복제에 의해 2배가 되므로 홀수의 DNA 상대량을 가질 수 없다.
ㄴ. 감수 2분열이 완료된 이후 세포인 (나)는 Abd의 대립유전자를 가지므로 ㉠과 ㉡은 각각 1이 된다. 따라서 ㉠+㉡=2가 된다.
ㄷ. (가)는 감수 1분열 완료 이후인 Ⅱ에 해당한다.
2가 염색체는 감수 1분열 전기에 형성되는 것으로 감수 1분열이 완료된 이후에는 상동 염색체가 나누어져서 2가 염색체를 볼 수 없게 된다.

N 사람의 유전 문제편 289~291p

01 정답 ① ＊사람의 유전

| 문제+자료 분석 |
- 사람의 유전에서 유전 용어를 기본적으로 이해하고 있어야 한다.

| 선택지 분석 |

① 쌍꺼풀인 부모로부터 외꺼풀인 자손이 태어날 수 있으므로 쌍꺼풀이 외꺼풀에 대해 우성 형질이다.
② 분리형 귓불인 부모로부터 부착형 귓불인 자손이 태어날 수 있으므로 분리형 귓불이 부착형 귓불에 대해 우성 형질이다. 부착형 귓불에 대한 유전자형은 열성 동형 접합성이다.
③ 눈꺼풀, 귓불 모양과 같이 사람이 지니는 특성을 형질이라 한다.
④ 형질을 나타내는 대립유전자의 구성을 기호로 나타낸 것을 유전자형이라 하며, Aa, AA, aa와 같이 표현한다.
⑤ 눈꺼풀, 귓불 모양과 같이 사람이 지니는 특성을 형질이라 하며 외꺼풀과 쌍꺼풀, 부착형 귓불과 분리형 귓불과 같이 대립 관계에 있는 형질을 대립형질이라 한다.

02 정답 ③ ＊상염색체 유전 ····· [정답률 84%]

| 문제+자료 분석 |
- 귓불 모양과 미맹은 성별에 관계없이 형질이 발현되므로 상염색체에 의한 유전이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 귓불 모양은 성별에 관계없이 형질이 발현되므로 상염색체에 의한 유전이다.
ㄴ. 정상인 부모의 미맹에 대한 유전자형이 이형 접합성이면 부모 모두로부터 열성 대립유전자를 받아 미맹인 자손이 태어날 수 있다.
ㄷ. 귓불 모양이 분리형인 부모로부터 부모와 형질이 다른 부착형인 자손이 태어나므로 분리형 귓불 대립유전자가 부착형 귓불 대립유전자에 대해 우성이다.

03 (1) 핵심 키워드: 열성, 정상 부모

모범 답안 유전병은 열성 형질이다. 정상인 부모 3, 4로부터 유전병인 8이 태어났기 때문이다.

(2) 핵심 키워드: 이형 접합성, 열성 유전자

모범 답안 1, 3, 4, 7, 10이 이형 접합성이다. 우성 형질을 가지는 구성원 중 1은 5, 6에게 물려줄 열성 유전자를 가지고, 3, 4는 8에게 물려줄 열성 유전자를 가지며, 7은 9에게 물려줄 열성 유전자를 가진다. 10은 6으로부터 열성 유전자를 물려받으므로 이형 접합성이다.

(3) 핵심 키워드: 동형 접합성, 이형 접합성

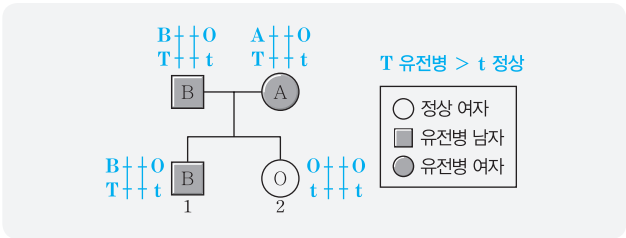
모범 답안 6은 열성 동형 접합성이고 7은 이형 접합성으로 6과 7 사이에서 태어난 아이가 유전병을 가지는 열성 동형 접합성일 확률은 7로부터 열성 유전자를 받을 확률인 $\frac{1}{2}$이다.

| 문제+자료 분석 |
- 부모와 다른 형질의 자녀가 태어나면 자녀가 열성 형질이다.
- 열성 형질 자녀의 우성 형질 부모는 유전자형이 이형 접합성이며, 부모 중 한 명이 열성 형질인 우성 형질 자녀도 유전자형이 이형 접합성이다.

＊채점 기준

(1)	열성 형질이라 쓰고, 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
	열성 형질이라고만 쓴 경우	30 %
(2)	1, 3, 4, 7, 10을 쓰고, 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
	1, 3, 4, 7, 10만 쓴 경우	30 %
(3)	10의 동생이 유전병을 가질 확률과 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
	10의 동생이 유전병을 가질 확률인 50 %만 쓴 경우	30 %

04 정답 ① ＊ABO식 혈액형 가계도 분석



| 문제+자료 분석 |

- 유전병을 나타내는 부모로부터 정상인 자녀 2가 태어났으므로 유전병은 우성이다. 유전병 대립유전자가 T, 정상 대립유전자가 t라고 가정하면 아버지와 어머니의 유전자형은 Tt, 자녀 2의 유전자형은 tt이다.
- 혈액형이 A형과 B형인 부모로부터 O형인 자녀 2가 태어났으므로 아버지의 유전자형은 BO, 어머니의 유전자형은 AO이다.
- 자녀 2의 유전자형은 Ot/Ot이므로 아버지의 유전자형은 BT/Ot, 어머니의 유전자형은 AT/Ot이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 1은 혈액형이 B형이므로 아버지로부터 B와 유전병 대립유전자가 있는 염색체를, 어머니로부터 O와 정상 대립유전자가 있는 염색체를 받은 것으로, 유전병에 대한 유전자형은 이형 접합성이다.

ㄴ. 유전병인 부모로부터 정상인 2가 태어났으므로 정상 대립유전자는 유전병 대립유전자에 대해 열성이다.

ㄷ. 아버지(BT/Ot)와 어머니(AT/Ot) 사이에서 2의 동생이 태어날 때, 이 아이의 혈액형이 A형이려면 어머니로부터 AT를 받아야한다. 이 경우 유전병 대립유전자 T를 받게 되어 유전병을 나타낸다. 따라서 2의 동생이 태어날 때, 이 아이의 혈액형이 A형이면서 유전병을 나타내려면 어머니로부터 AT, 아버지로부터 OT를 받아야한다. 따라서 구하는 확률은 $\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{4}$이다.

05 정답 ⑤ ＊복대립 유전 ····· [정답률 64%]

| 문제+자료 분석 |

- 유전자형이 EE인 사람과 EF인 사람의 표현형은 같으므로 E는 F에 대해 우성이며, 유전자형이 FG인 사람과 GG인 사람의 표현형은 같으므로 G는 F에 대해 우성이다.
- 유전 형질 ㉠의 경우 유전자형의 종류는 DD, DD*, D*D*이며, ㉡의 경우 유전자형의 종류는 EF, EG, FF, FG이다.
- 문제에서 유전자형이 DD*EF인 여자와 DD*FG인 남자 사이에서 태어날 수 있는 아이의 표현형은 12가지라고 했으므로 유전 형질 ㉠의 경우 표현형은 3가지, ㉡의 표현형은 4가지가 나와야한다. 이를 통해 E와 G의 우열 관계가 분명하지 않다는 것을 알 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉡은 한 쌍의 대립유전자에 의해 결정되며, 대립유전자가 3개 이상(E, F, G)이므로 단일 인자 유전 중 복대립 유전이다. 복대립 유전은 한 쌍의 대립유전자가 유전 형질을 결정하는 유전 현상으로, 다인자 유전과는 다르다는 점을 기억해야 한다.

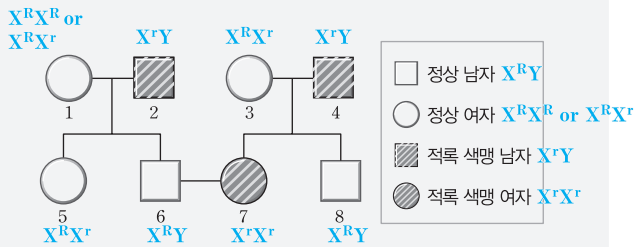
ㄴ. ㉠의 유전자형이 DD인 사람과 DD*인 사람의 표현형은 서로 다르다.

ㄷ. DD*EG인 부모 사이에서 태어날 수 있는 아이의 유전자형은 유전 형질 ㉠의 경우 DD : DD* : D*D*=1 : 2 : 1이므로 부모와 같은 표현형이 나타날 확률은 $\frac{1}{2}$이고, 유전 형질 ㉡의 경우 EE : EG : GG=1 : 2 : 1이므로 부모와 같은 표현형이 나타날 확률은 $\frac{1}{2}$이다. 따라서 유전 형질 ㉠과 ㉡의 표현형이 부모와 같을 확률은 $\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{4}$이 된다.

＊단일 인자 유전

단일 인자 유전	단대립 (A, a)	완전 우성	A>a
		불완전 우성	AA≠Aa
	복대립 (대립유전자가 3개 이상)	완전 우성	R>G>B
		불완전 우성	A=B>O

06 (1) 핵심 키워드: 이형 접합성, 적록 색맹 대립유전자



모범 답안 3, 5는 이형 접합성이다. 3은 우성 형질인데 열성 형질인 7에게 적록 색맹 대립유전자를 주기 때문이고, 5는 우성 형질인데 열성 형질인 2로부터 적록 색맹 대립유전자를 물려받기 때문이다.

(2) 핵심 키워드: **적록 색맹, 적록 색맹 대립유전자**

모범 답안 6과 7 사이에서 태어난 아들이 적록 색맹일 확률은 100 %이다. 7로부터 적록 색맹 대립유전자만 물려받기 때문이다.

| 문제+자료 분석 |

- 적록 색맹은 X 염색체에 의한 열성 유전으로, 정상 여자의 유전자형은 동형 접합성과 이형 접합성이 모두 가능하다.
- 남자는 X 염색체를 1개 가지므로 적록 색맹 어머니를 둔 아들은 어머니로부터 적록 색맹 대립유전자를 물려받아 무조건 적록 색맹이다.

＊채점 기준

(1)	3과 5를 쓰고, 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
	3과 5만 쓴 경우	30 %
(2)	적록 색맹일 확률을 쓰고, 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
	적록 색맹일 확률만 옳게 쓴 경우	30 %

문제 풀이 Tip

1. 부모의 표현형이 같고 자손의 표현형이 부모와 다른 경우 부모의 표현형이 우성, 자손의 표현형이 열성이다.
2. 어떤 형질이 X 염색체 유전 열성 형질이라면 형질이 발현된 여자의 아버지와 아들은 모두 형질을 발현해야 한다.

내신 수능 M N

07 정답 ④ * 상염색체 유전

| 문제+자료 분석 |

- 이 동물의 피부색은 서로 다른 염색체에 존재하는 두 쌍의 대립유전자에 의해 결정된다. 여러 쌍의 대립유전자에 의해 결정되는 유전은 다인자 유전이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 이 동물의 피부색 유전은 여러 쌍의 대립유전자에 의해 결정되는 다인자 유전이다. 복대립 유전은 한 쌍의 대립유전자에 의해 결정되는 유전이다.

ㄴ. 이 동물의 피부색은 두 쌍의 대립유전자에 의해 결정되므로 대문자인 대립유전자의 수는 4개, 3개, 2개, 1개, 0개로 5가지 표현형이 가능하다.

ㄷ. 대립유전자 A와 a에 의해 만들어지는 유전자형은 AA, Aa, aa의 3가지이고, 대립유전자 B와 b에 의해 만들어지는 유전자형은 BB, Bb, bb의 3가지이다. 이들은 서로 다른 염색체에 존재하는 유전자쌍으로 독립적으로 유전되므로 가능한 총 유전자형의 수는 3×3으로 9가지이다.

08 정답 ⑤ * 성염색체 유전

| 문제+자료 분석 |

- 아버지와 어머니의 대립유전자 A의 DNA 상대량이 같은데 아버지와 어머니의 유전 형질 ㉠의 발현 여부가 다른 것은 성염색체 유전의 특징이다. 또한 딸에게서도 유전 형질 ㉠이 발현되므로 A와 A*는 X 염색체에 존재한다. 만약 상염색체 유전이면서 대립유전자의 DNA 상대량이 같을 경우 같은 표현형을 나타내야한다.
- 어머니의 유전자형은 X^AX^{A*}, 아버지의 유전자형은 X^AY이며, A는 ㉠ 발현 대립유전자, A*은 정상 대립유전자이다.
- 이형 접합성인 구성원은 정상 대립유전자와 유전 형질 발현 유전자를 하나씩 가지므로 이형 접합성인 구성원의 표현형은 우성이다. 따라서 어머니는 ㉠에 대한 유전자형이 이형 접합성인데 정상이므로 정상은 우성, ㉠은 열성이다. (A* 정상 > A ㉠)

| 보기 분석 |

ㄱ. 유전 형질 ㉠은 열성이다.

ㄴ. 아버지와 어머니의 대립유전자 A의 DNA 상대량이 같으나 표현형이 다르므로 대립유전자 A는 성염색체에 존재하며, 딸에게서도 유전 형질 ㉠이 발현되므로 X 염색체에 존재한다.

ㄷ. ㉠은 열성 형질이므로 ㉠이 발현된 딸의 유전자형은 딸이 X^AX^A이며, 아들의 유전자형은 X^AY다. 따라서 체세포 1개당 대립유전자 A의 DNA 상대량은 딸이 아들의 2배이다.

09 핵심 키워드: X 염색체, 우성 형질, 이형 접합성

모범 답안 (다), 유전병이 발현된 여성의 유전병에 대한 유전자형은 동형 접합성이거나 이형 접합성이다. X 염색체에 의한 우성 유전병이므로 유전병이 발현된 여성의 유전자형은 동형 접합성이거나 이형 접합성일 수 있다.

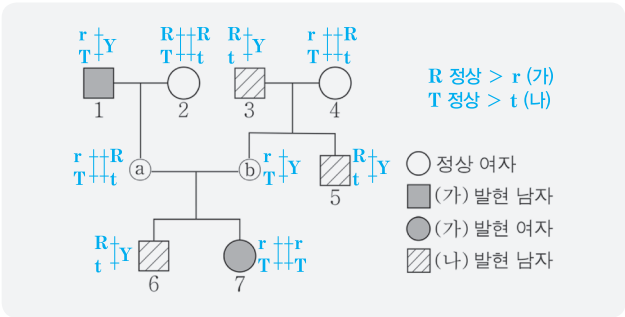
| 문제+자료 분석 |

- X 염색체에 의한 우성 유전병이므로 유전병 유전자가 하나만 있어도 유전병이 발현되어 유전병 여성은 이형 접합성일 수 있다.
- 유전병이 발현된 남성의 딸은 유전병 대립유전자를 하나 물려받으므로 무조건 유전병이 발현된다.

*** 채점 기준**

(다)를 옳게 고쳐 쓰고, 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
(다)를 옳게 고쳐 썼지만 까닭을 서술하지 않은 경우	30 %

10 정답 ⑤ * 가계도 분석 ····· [정답률 28%]



| 문제+자료 분석 |

1st (나) 형질의 우열 관계 파악하기

- (나)의 유전자는 X 염색체에 있으며, X 염색체 유전에서 형질이 발현된 남자의 어머니가 형질이 발현되지 않았을 경우 이 유전 형질은 열성 형질이다.
- (나)가 발현된 남자 5의 어머니인 4가 (나)가 발현되지 않았으므로 (나)는 열성 형질이며, T는 정상 대립유전자, t는 (나) 발현 대립유전자이다.

2nd (가) 형질의 우열 관계 파악하기

- 7의 (가)의 유전자형은 동형 접합성이며 7은 (가)가 발현되었으므로 7은 (가)에 대한 유전자를 동형 접합성으로 가진다.
- 7의 (가) 발현 대립유전자 중 하나는 3 또는 4로부터 받은 것인데 만약 3으로부터 받았다면 3에게서 (가)가 발현되어야하는데 정상이므로 4로부터 받은 것이다.
- 또한 4는 (가)가 발현되지 않았으므로 정상 대립유전자를 갖고 있고, 4의 (가)에 대한 유전자형은 이형 접합성이며, 정상이므로 (가)는 열성 형질이다. 따라서 R는 정상 대립유전자, r는 (가) 발현 대립유전자이다.

3rd ⓐ와 ⓑ의 성별 파악하기

- (가)가 발현되지 않은 2의 유전자형은 동형 접합성이므로 2의 유전자형은 X^RX^R, (가)가 발현된 7의 유전자형은 X^rX^r이다.
- ⓐ가 남자라고 가정한다면, ⓐ는 2로부터 X^R를 받아 7에게 전달해야 하는데 7의 유전자형은 X^rX^r이므로 모순이다. 따라서 ⓐ는 여자이고, ⓑ는 남자이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 열성 형질이다.

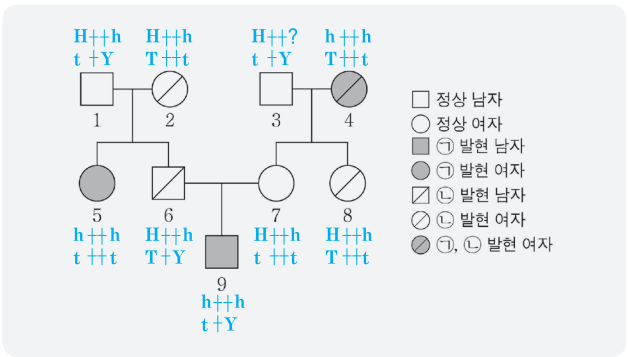
ㄴ. ⓐ는 여자, ⓑ는 남자이다.

ㄷ. 4는 아들인 ⓑ와 5에게 X 염색체를 전달한다. 5는 (나)만 발현했으므로 5의 유전자형은 $X^{Rt}Y$이며, 4는 (가)와 (나) 모두 발현하지 않았으므로 T를 가져야 한다. 위에서 4의 (가)에 대한 유전자형이 이형 접합성임을 알았으므로 4의 유전자형은 $X^{Rt}X^rT$이다.
4는 ⓑ에게 X^{rT}를 물려주므로 ⓑ의 유전자형은 $X^{rT}Y$이다. 따라서 ⓑ는 (가)와 (나) 중 (가)만 발현된다.

문제 풀이 Tip

1. **X 염색체 우성 형질일 때 형질이 발현된 남자의 어머니와 딸은 모두 형질을 발현해야 하고, X 염색체 열성 형질일 때 형질이 발현된 여자의 아버지와 아들은 모두 형질을 발현해야 한다.**
   어떤 형질이 X 염색체 유전이라고 주어진 경우 형질이 발현된 남자의 어머니가 형질이 발현되지 않은 경우가 있다면 열성 형질임을 파악해야 한다.
2. **유전자형이 동형 접합성인 구성원이 가진 유전자 중 하나는 외조부모로부터 다른 하나는 조부모로부터 받는다.**
   어떤 형질을 발현한 동형 접합성인 구성원에게 유전자를 전달한 조부모가 모두 형질을 발현하지 않았다면 열성 형질임을 파악해야 한다. 우성 표현형의 부모에게서 열성 표현형의 자손은 태어날 수 있지만 열성 표현형의 부모에게서 우성 표현형의 자손은 태어날 수 없다.

11 정답 ② * 가계도 분석 ····· [정답률 60%]



| 문제+자료 분석 |

1st ㉠ 분석

- 부모 1과 2에서 ㉠이 발현되지 않았는데 딸인 5는 ㉠이 발현되었으므로 ㉠은 열성 형질이다. 따라서 H가 ㉠ 미발현 유전자, h가 ㉠ 발현 유전자이다.
- 만약 ㉠의 유전자가 성염색체라고 가정하면 딸인 5가 ㉠이 발현되므로 아버지 ㉠도 발현되어야 하는데 정상이므로 모순이다. 따라서 ㉠은 상염색체 유전이다.

2nd ㉡ 분석

- ㉠의 유전자와 ㉡의 유전자 중 하나는 상염색체에, 다른 하나는 성염색체에 존재한다고 하였으므로 ㉡은 성염색체 유전이다.
- 아버지 3이 ㉡이 발현되지 않았는데 딸인 8은 ㉡이 발현되므로 ㉡은 X 염색체 유전이고 우성 형질이다. 따라서 T는 ㉡ 발현 유전자, t는 ㉡ 미발현 유전자이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉡은 우성 형질이다.

ㄴ. 2와 8의 ㉠의 유전자형은 Hh로 같다.

ㄷ. 9의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 ㉠이 발현될 경우는 HH, Hh, Hh, hh 중 hh이므로 구하는 확률은 $\frac{1}{4}$이고, ㉡이 발현될 확률은 Tt, Tt, tY, tY 중 Tt, Tt이므로 구하는 확률은 $\frac{1}{2}$이다. 따라서 9의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 ㉠과 ㉡이 모두 발현될 확률은 $\frac{1}{4}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{8}$이다.

12 정답 ③ * 가계도 분석 ····· [정답률 65%]

| 문제+자료 분석 |

- ㉠과 ㉡ 중 ㉡만 나타내는 3의 유전자형이 AABB이므로 A는 정상 대립유전자, A^*는 ㉠ 대립유전자이며, B는 ㉡ 대립유전자, B^*는 정상 대립유전자이다.
- 1의 ㉡에 대한 유전자형은 BB^*로 이형 접합성이면서 ㉡이 나타나지 않으므로 ㉡(B)이 정상(B^*)에 대해 열성 형질이다. 또한 1과 2는 B^*의 DNA 상대량이 1로 같은데 ㉡에 대한 표현형이 다르므로 ㉡은 X 염색체 유전임을 알 수 있다.
- 만약 ㉠이 X 염색체 유전이라면 3은 9에게 정상 대립유전자 A를 물려주게되고 9도 정상이어야 하는데 9는 ㉠이 나타나므로 모순이다. 따라서 ㉠은 상염색체 유전이다. 4는 ㉠에 대한 유전자형이 AA^*로 이형 접합성인데 ㉠을 나타내므로 ㉠(A^*)이 정상(A)에 대해 우성 형질이다.

| 선택지 분석 |

③ 7(AA^*/X^BY)와 8($AA/X^BX^{B^*}$) 사이에서 남자 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 ㉠과 ㉡이 모두 나타날 확률은 [㉠이 나타날(AA^*) 확률 $\frac{1}{2}$]×[남자 아이(X^BY, $X^{B^*}Y$) 중에서 ㉡이 나타날(X^BY) 확률 $\frac{1}{2}$]=$\frac{1}{4}$이다.

내신 수능 O 사람의 유전병 문제편 292~294p

01 정답 ⑤ * 염색체 이상에 의한 유전병

| 문제+자료 분석 |

- (가): 고양이 울음 증후군과 같이 염색체 일부가 결실된 것은 염색체 구조 이상에 의한 유전병으로 염색체 수에는 이상이 없다.
- (나): 에드워드 증후군과 같이 염색체의 수가 한 개 많은 것은 염색체 수 이상에 의한 유전병이다.

| 선택지 분석 |

⑤ (가)는 염색체 구조 이상 돌연변이, (나)는 염색체 수 이상 돌연변이에 해당한다.

02 정답 ② * 성염색체 비분리

| 문제+자료 분석 |

- A에서 X 염색체 비분리가 일어나 X 염색체를 2개 갖는 정자 B가 형성되었다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 표현된 성염색체에 대해서는 A와 B의 DNA양이 같으나 염색체 비분리는 성염색체에서만 일어났으므로 전체 DNA양은 A가 B의 약 2배이다.

ㄴ. B는 염색 분체가 비분리된 것으로, 감수 2분열에서 비분리가 일어난 것이다.

ㄷ. B와 정상 난자가 수정하면 X 염색체만 3개이므로 성별이 여자인 아이가 태어난다.

03 정답 ⑤ * 염색체 비분리

| 문제+자료 분석 |

- (가)와 (나)는 성염색체를 나타낸 것이므로 큰 염색체는 X 염색체, 작은 염색체는 Y 염색체인 것을 알 수 있다.
- 염색체가 정상 분리 되었다면 (가)와 (나)는 X 염색체 또는 Y 염색체를 1개씩 가져야 한다. 하지만 (가)는 X 염색체가 2개이므로 감수 2분열에서 비분리가 일어났고, (나)는 X 염색체와 Y 염색체를 모두 가지므로 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어난 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 염색 분체가 비분리되었으므로 감수 2분열에서 비분리가 일어난 것이다.

ㄴ. (나)는 X 염색체와 Y 염색체를 모두 가지며, 이 정자와 X 염색체를 1개 가지는 정상 난자가 수정될 경우 성염색체가 XXY인 클라인펠터 증후군인 아이가 태어날 수 있다.

ㄷ. 염색체 비분리가 일어나 X 염색체를 가지지 않는 난자와 (가)가 수정될 경우 X 염색체를 2개 가지는 핵형이 정상인 딸이 태어날 수 있다.

04 정답 ④ * 터너 증후군

| 문제+자료 분석 |

- 이 사람은 X 염색체가 1개인 것으로 보아 터너 증후군임을 알 수 있다.

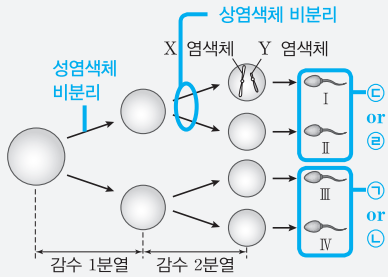
| 보기 분석 |

ㄱ. 핵형에서 Y 염색체가 없으므로 성별은 여성이다.

ㄴ. X 염색체를 1개만 가지는 유전병은 터너 증후군이다. 클라인펠터 증후군은 2개의 X 염색체와 1개의 Y 염색체를 가진다.

ㄷ. 정자와 난자 중 하나는 성염색체가 없어 22개의 염색체를 가지고, 다른 하나는 정상적으로 성염색체인 X 염색체를 1개 가져 23개의 염색체를 가진다.

05 정답 ④ * 염색체 비분리 ····· [정답률 69%]



세포	총 염색체 수
㉠	? 22+0
㉡	22 22+0
㉢	23 =21+XY
㉣	25 =23+XY

| 문제+자료 분석 |

1st X와 Y 염색체를 모두 가지는 세포 분석하기

- 이 문제에서는 비분리가 일어나 형성된 정자 중 X 염색체와 Y 염색체를 모두 가지는 정자를 먼저 파악해야 한다. X 염색체와 Y 염색체를 모두 가지는 것은 감수 1분열에서 비분리가 일어났기 때문이다.

2nd 총 염색체 수가 25인 ㉣ 분석하기

- 또 한가지 힌트는 염색체 수가 25개인 세포가 존재한다는 것이다. 이는 2번의 비분리에서 각각 1개씩의 염색체를 더 받게 되었다는 것을 의미한다.
- 결국 감수 1분열에서 비분리가 일어나 X 염색체와 Y 염색체를 모두 가지는 세포 중 감수 2분열에서 다시 한 번 상염색체의 비분리가 일어나 세포 ㉣이 형성된 것이다.

3rd Ⅰ~Ⅳ와 ㉠~㉣ 매칭하기

- 총 염색체 수가 25인 ㉣은 염색체 비분리가 2번 일어나 핵상이 $n+2$이며, ㉢은 핵상이 $n(=n+1-1)$이다. Ⅰ에는 X 염색체와 Y 염색체가 모두 있으므로 Ⅰ과 Ⅱ는 각각 ㉢과 ㉣ 중 하나이다.
- 나머지 Ⅲ과 Ⅳ는 모두 핵상이 $n-1$이므로 염색체 수가 22이며, Ⅲ과 Ⅳ는 각각 ㉠과 ㉡ 중 하나이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. X 염색체와 Y 염색체는 2가 염색체를 형성하여 감수 1분열에서 각각 딸세포로 나누어져 들어간다. 그런데 X 염색체와 Y 염색체를 모두 갖는 Ⅰ과 같은 세포가 형성되었으므로 성염색체의 비분리가 감수 1분열에서 일어났음을 알 수 있다. 또한 Ⅰ과 Ⅱ는 X와 Y 염색체를 모두 가지고, Ⅲ과 Ⅳ에는 성염색체가 없다.

ㄴ. ㉠과 ㉡은 각각 Ⅲ과 Ⅳ 중 하나이다.

ㄷ. Ⅲ과 Ⅳ는 성염색체가 없는 정자이다. 따라서 이들 정자가 정상 난자와 수정되면 X 염색체가 1개밖에 없는 터너 증후군인 아이가 태어난다.

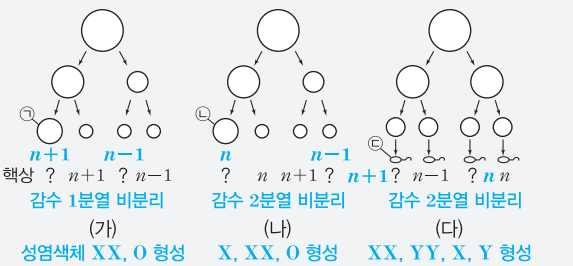
문제 풀이 Tip

1. 문제에서 총 염색체 수가 주어질 때 핵상이 $n+2$인 것을 먼저 분석하면 더 빠르게 풀 수 있다.
2. 감수 1분열과 감수 2분열에서 염색체 비분리가 각각 1회 일어난 경우 생식세포의 핵상
   $n+2, n$ / $n-1, n-1$ 또는 $n, n-2$ / $n+1, n+1$

* 염색체 수 이상

구분	감수 1분열에서 비분리	감수 2분열에서 비분리
핵상	$n-1, n-1, n+1, n+1$	$n, n, n-1, n+1$
특징	상동 염색체가 비분리되며, 염색체 수가 정상보다 많거나 적은 생식세포만 형성된다.	염색 분체가 분리되며, 염색체 수가 정상인 생식세포와 비정상인 생식세포가 형성된다.

06 정답 ② * 염색체 비분리 ····· [정답률 58%]



| 문제+자료 분석 |

- 생식세포가 형성될 때 감수 1분열에서 비분리가 일어나면 상동 염색체가 나누어지지 않아 염색체 수가 정상인 세포는 만들어지지 않는다.
- 감수 2분열에서 비분리가 일어나면 비분리가 일어나지 않은 쪽의 염색체 수는 정상이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)에서는 염색체 수가 정상인 생식세포가 없다. 감수 1분열에서 비분리가 일어나서 ㉠ 쪽으로 상동 염색체 쌍이 모두 전달되었기 때문이다. 하지만 (나)에서는 ㉡쪽에 염색체 수가 정상인 딸세포가 생성되었으므로 감수 2분열에서 염색 분체가 비분리된 것이다. 상동 염색체의 비분리는 (가)에서만 일어났다.

ㄴ. ㉠과 ㉢ 모두 성염색체의 비분리가 일어났으며 염색체 수가 $n+1$이므로 상염색체는 22개이고, 성염색체가 2개이다.
따라서 $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{성염색체 수}}$는 ㉠과 ㉢ 모두 $\frac{22}{2}=11$이므로 같다.

ㄷ. ㉡은 정상인 난자이므로 성염색체 X를 가지게 된다. 하지만 ㉢은 감수 2분열에서 비분리가 일어나서 X 염색체 또는 Y 염색체를 2개씩 갖는 경우이다. 클라인펠터 증후군은 성염색체가 XXY인 경우를 의미하므로 ㉡과 ㉢의 수정으로 클라인펠터 증후군인 아이가 태어나는 것은 불가능하다.

07 정답 ⑤ * 염색체 비분리

| 문제+자료 분석 |

- 적록 색맹은 X 염색체 유전이며, 열성 형질이다.
- 정상인 아버지 XY와 적록 색맹인 어머니 X*X* 사이에서 태어난 아들은 유전자형이 X*Y로 적록 색맹이 발현된다. 자녀 1과 자녀 2 모두 아들인데 자녀 2는 적록 색맹이 발현되지 않는 것으로 보아 자녀 2가 클라인펠터 증후군을 나타낸다.
- 적록 색맹이 발현되지 않으면서 클라인펠터 증후군이 나타나는 자녀 2는 아버지의 생식세포 형성 시 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어나 XY를 갖는 정자와 난자 X*이 수정되어 태어난 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 자녀 2는 클라인펠터 증후군이다.

ㄴ. ⓐ는 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어나 형성된 XY를 갖는 정자이다.

ㄷ. 정상인 아버지 XY와 적록 색맹인 어머니 X*X* 사이에서 자녀 2의 동생이 태어날 때, 이 아이의 적록 색맹이 발현될 확률은 XX*, XX*, X*Y, X*Y 중 X*Y, X*Y이므로 구하는 확률은 $\frac{1}{2}$이다.

문제 풀이 Tip

클라인펠터 증후군이 태어나는 경우

- 감수 1분열 또는 감수 2분열 비분리로 형성된 난자 XX와 정상 정자 Y가 수정되는 경우
- 정상 난자 X와 감수 1분열 비분리로 형성된 정자 XY가 수정되어 태어날 수 있다는 것을 알아야한다.

08 정답 전좌

| 문제+자료 분석 |

- 염색체의 일부가 떨어진 후 상동 염색체가 아닌 다른 염색체에 연결된 것을 전좌라 한다.

* 염색체 구조 이상의 종류

결실	염색체 일부가 떨어져 없어진다.
중복	염색체 일부가 염색 분체나 상동 염색체에 연결되어 반복된다.
역위	염색체 일부가 떨어진 다음 원래 염색체에 반대 방향으로 연결된다.
전좌	염색체 일부가 떨어져 상동 염색체가 아닌 다른 염색체에 연결된다.

09 정답 낫 모양 적혈구 빈혈증

| 문제+자료 분석 |

- 적혈구의 모양이 원반 모양이 아닌 낫 모양인 것은 헤모글로빈을 만드는 유전자에 이상이 생긴 것으로 이 유전병을 낫 모양 적혈구 빈혈증이라 한다.

10 정답 ② * 염색체 수와 구조 이상 ····· [정답률 57%]

| 문제+자료 분석 |

1st (가)가 상염색체 유전인지 X 염색체 유전인지 파악하기

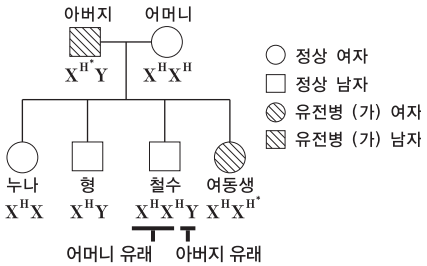
- 어머니와 아버지는 정상 대립유전자 H와 (가) 대립유전자 H^* 중 한 가지만 갖고 있다고 하였으므로 만약 (가)가 상염색체 유전이라면 어머니와 아버지의 유전자형은 각각 HH와 H^*H^* 중 하나일 것이다.
- 어머니와 아버지 사이에서 태어난 자녀는 모두 유전자형이 HH^*이므로 표현형이 같아야 한다. 하지만 비분리와 결실이 일어나지 않은 형과 여동생의 (가) 표현형이 서로 다르므로 모순이다. 따라서 (가)는 X 염색체 유전이다.

2nd (가)의 우열 파악하기

- 여동생의 유전자형은 $X^HX^{H^*}$이다. 그런데 여동생은 유전병 (가)가 있으므로 대립유전자 간의 우열 관계는 H^*(가) > H(정상)가 된다.

3rd 철수의 유전자형과 누나의 결실 X 염색체 분석하기

- 철수는 X 염색체 수가 2개이며 유전병 (가)가 없으므로 철수의 유전자형은 X^HX^HY가 될 것이다. 따라서 H의 DNA 상대량은 2가 된다.
- 누나는 어머니에게서 X^H를, 아버지에게서 X^{H^*}를 물려받아 $X^HX^{H^*}$이 되어야 하는데, 유전병 (가)가 없으므로 H^*가 존재하는 부위에 결실이 일어난 X 염색체를 아버지로부터 물려받아 X^HX를 갖고 있다.
- 철수네 집안의 유전병 가계도를 나타내면 그림과 같다.



| 보기 분석 |

ㄱ. 형(X^HY)은 어머니로부터 X^H를 받으므로 어머니의 유전자형은 X^HX^H, 아버지의 유전자형은 $X^{H^*}Y$이므로 어머니는 유전병 (가)를 가지고 있지 않다.

ㄴ. 철수는 X^HX^HY, 누나는 X^HX이므로 체세포 1개당 H의 DNA 상대량은 철수가 누나의 2배이다.

ㄷ. 철수는 감수 분열 과정 중 염색체 비분리가 일어나 형성된 난자(X^HX^H)가 정상 정자(Y)와 수정되어 태어났다.

11 정답 ④ * 염색체 비분리 ····· [정답률 40%]

| 문제+자료 분석 |

1st (가)에 대해 분석하기

- ㉡의 유전자형이 A^*A^*이고 (가)가 발현되므로 A^*는 (가) 발현 유전자이고, A는 정상 유전자이다.
- 어떤 대립유전자에 대한 DNA 상대량 값이 같은데도 표현형이 다른 경우 그 유전자는 X 염색체에 존재한다.
  ⇨ 구성원 ㉠과 ㉢ 모두 A^*에 대한 DNA 상대량이 1로 같은데 ㉠은 (가)가 발현되지 않고 ㉢은 (가)가 발현되므로 (가)는 X 염색체 유전이다.
- 또한 A^*가 1개인데 (가)가 발현된 ㉢은 남자인 아버지이다. ㉡이 어머니라면 ㉠과 같은 딸이 태어날 수 없으므로 ㉠이 어머니, ㉡이 누나이다.
- 어머니는 (가)에 대한 유전자형이 이형 접합성인데 (가)에 대해 정상인 것으로 보아 (가)는 열성 형질이다.

2nd (나)에 대해 분석하기

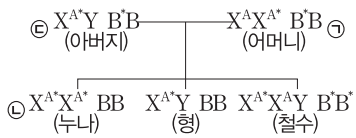
- 부모인 ㉠과 ㉢에서 모두 (나)가 발현되는데 (나)가 발현되지 않는 자식이 태어나므로 (나)는 정상에 대해 우성이다.
- 누나(㉡)는 (나)에 대한 유전자형이 BB이므로 B를 부모에게서 각각 받아야한다. 따라서 아버지의 (나)에 대한 유전자형은 BB^*이며, (나)는 상염색체에 존재하는 유전자이다.

3rd 염색체의 비분리가 일어난 시기 파악하기

- 감수 분열 시 염색체 비분리가 1회 일어난 정자 ⓐ와 정상 난자가 수정되어 철수가 태어났다고 했다.
- 남자인 철수는 A^*의 DNA 상대량이 1인데 (가)가 발현되지 않는다. 따라서 철수는 X^A를 가져야 하며, X^A를 어머니로부터 물려 받았음을 알 수 있다.
- 철수가 태어날 때 비분리는 정자 형성 과정에서 1회 일어났다고 했으므로 철수는 아버지에게서 $X^{A^*}Y$를 받았음을 알 수 있다.
- 따라서 철수는 성염색체로 $X^AX^{A^*}Y$를 가지며, 클라인펠터 증후군을 나타낸다.

4th 구성원들의 (가), (나)에 대한 유전자형 나타내기

위의 내용을 토대로 가족 구성원의 유전자형을 나타내면 다음과 같다.



| 보기 분석 |

ㄱ. 누나의 (나)의 대한 유전자형이 BB이므로 아버지에게서 B를 받아야한다. DNA 상대량 표에서 아버지는 B^* 유전자도 가지므로 아버지의 (나) 유전자형은 BB^*이다. 따라서 (나)의 유전자는 상염색체 있다.

ㄴ. 누나는 어머니에게서 A^*와 B를 물려받았다.

ㄷ. 철수는 아버지에게서 $X^{A^*}Y$를 받았으므로 아버지에게서 XY를 받기 위해선 감수 1분열에서 비분리가 일어나야 한다.

문제 풀이 Tip

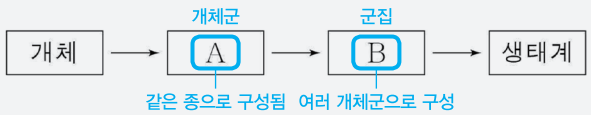
클라인펠터 증후군이 태어나는 경우

- 감수 1분열 또는 감수 2분열 비분리로 형성된 난자 XX와 정상 정자 Y가 수정되는 경우
- 정상 난자 X와 감수 1분열 비분리로 형성된 정자 XY가 수정되어 태어날 수 있다는 것을 알아야한다.

내신 수능

내신 수능 P 생태계의 구성과 기능 문제편 295~296p

01 정답 ④ * 생태계 구성 요소 ····· [정답률 86%]



| 문제+자료 분석 |

- **개체**: 독립적으로 생명 활동을 하는 하나의 생명체이다.
- 같은 종의 개체가 모여 개체군(A)을 이루고, 여러 개체군이 모여 군집(B)을 이룬다. 군집과 이를 둘러싼 환경이 서로 영향을 주고받으며 생태계를 구성한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 개체군(A)은 동일한 종의 개체들로 이루어진 무리이다. 사슴과 호랑이는 같은 종이 아니므로 동일한 개체군이 아니다.

ㄴ. 군집은 일정 지역에서 생활하는 모든 개체군들의 집합으로 서로 다른 개체군(A)들이 모여 군집(B)을 구성한다.

ㄷ. A는 같은 종의 무리로 이루어진 개체군이고, B는 군집이다. 군집은 같은 지역에서 생활하는 모든 개체군의 집합을 의미한다.

02 정답 ② * 생물과 환경의 상호 작용 ····· [정답률 82%]

| 문제+자료 분석 |

- 생태계의 구성 요소에는 생물적 요인과 비생물적 요인이 있으며 서로 영향을 주고받는다.
- ㉠은 생물적 요인이 비생물적 요인에 미치는 영향, ㉡은 비생물적 요인이 생물적 요인에 미치는 영향이다.

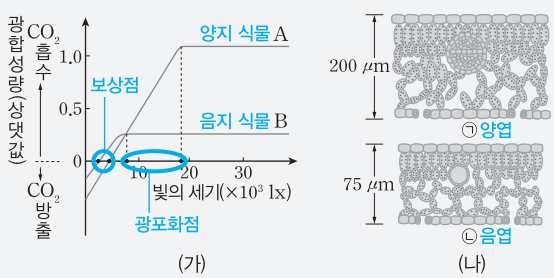
| 보기 분석 |

ㄱ. 생물적 요인 중 소비자에 해당하는 사막여우와 북극여우의 말단 부위 크기, 몸집 크기가 다른 것은 비생물적 환경 요인 중 온도의 영향이므로 비생물적 환경 요인이 생물적 요인에게 영향을 미치는 ㉡에 해당한다.

ㄴ. 지렁이는 생물적 요인 중 분해자에 속하고, 토양의 통기성은 비생물적 환경 요인에 속한다. 따라서 지렁이에 의해 토양의 통기성이 증가하는 것은 생물적 요인이 비생물적 환경 요인에 영향을 미치는 ㉠에 해당한다.

ㄷ. 건조한 환경에 사는 선인장은 잎을 통한 수분 증발을 억제하기 위해 잎이 가시로 변한 것이므로 비생물적 환경 요인 중 물과 관련이 깊다.

03 정답 ② * 빛의 세기와 생물의 관계



| 문제+자료 분석 |

- (가): A는 보상점이나 광포화점이 높은 양지 식물이며, B는 보상점이나 광포화점이 낮은 음지 식물이다.
- (나): ㉠은 강한 빛의 세기에 적응한 양엽이고, ㉡은 약한 빛의 세기에 적응한 음엽이다.

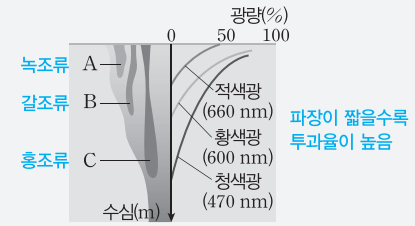
| 보기 분석 |

ㄱ. A는 보상점이나 광포화점이 B보다 높아 강한 빛에 잘 자랄 수 있도록 적응한 양지 식물이다.

ㄴ. ㉠은 강한 빛에 적응한 잎으로 양엽이며, 울타리 조직이 발달되어 있다. ㉡은 약한 빛에 적응한 잎으로 음엽이며, 빛을 잘 흡수하기 위해 잎이 얇고 넓다. 따라서 양엽과 음엽의 발달에 영향을 미친 환경 요인은 빛의 세기이다.

ㄷ. 음엽(㉡)이 양엽(㉠)보다 얇고 넓어 빛의 투과율이 높다.

04 정답 ② * 조류의 분포와 빛의 파장



| 문제+자료 분석 |

- 수심에 따라 투과되는 빛의 파장이 달라 해조류의 분포가 다르다.
- 녹조류는 얕은 수심에서 분포하고, 홍조류는 깊은 수심까지 분포한다. 따라서 A는 녹조류, B는 갈조류, C는 홍조류이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 녹조류는 적색광을 주로 흡수하여 광합성에 이용하므로 녹조류는 A이다.

ㄴ. 청색광은 가장 깊은 곳까지 투과되므로 C는 청색광을 주로 이용하는 홍조류의 분포이다.

ㄷ. 파장이 짧을수록 투과율이 높으므로 청색광이 적색광보다 바다 깊은 곳까지 투과한다.

05 핵심 키워드: 말단 부위(귀), 열 방출량

모범 답안 A, 말단 부위(귀)가 작아 열 방출량을 최대한 줄일 수 있기 때문이다.

| 문제+자료 분석 |

- 몸의 말단 부위가 작으면 몸의 부피에 대한 표면적을 줄여 몸 표면을 통한 체열의 손실을 막아 체온을 일정하게 유지하는 데 유리하다.

*** 채점 기준**

A, 말단 부위, 열 방출량을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
A만 쓴 경우	30 %

06 정답 ③ * 고산 지대와 사람의 적응

| 문제+자료 분석 |

- 고산 지대는 저지대보다 공기가 희박하여 산소 공급이 부족해질 수 있다. 이에 적응한 결과 고산 지대에 사는 사람은 저지대에 사는 사람보다 산소 운반에 관여하는 적혈구 수가 많다.

| 선택지 분석 |

③ 해당 자료는 공기과 생물의 상호 관계에 대한 설명이다.

07 (1) 정답 A

| 문제+자료 분석 |

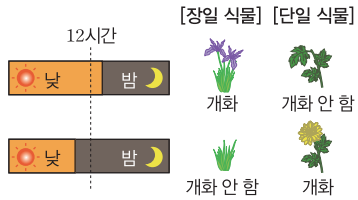
- 지속된 암기의 길이가 ⓐ보다 길 때 꽃이 피는 식물이 단일 식물이다.

(2) 핵심 키워드: **지속된 암기**

모범 답안 지속된 암기의 길이를 ⓐ보다 길게 주어야 한다.

| 문제+자료 분석 |

- 단일 식물은 일정 시간 이상의 암기 중간에 잠깐 빛을 비추어 주면 개화하지 않는다. 지속된 암기의 길이가 ⓐ보다 길게 조건을 맞추어 주어야 단일 식물은 개화한다.



＊채점 기준

'지속된 암기'를 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
'지속된 암기'를 포함하지 않은 경우	40 %

08 정답 ⑤ ＊물과 생물

| 문제+자료 분석 |

- 물은 생물의 몸을 구성하는 성분 중 가장 많은 비율을 차지하므로, 생물의 생명 유지에 매우 중요하다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 사막이나 바다 근처 모래땅은 건조한 지역이다. 이러한 환경에 적응한 선인장은 물의 증산이 일어나는 잎이 없고 저수 조직이 발달되어 있다.

ㄴ. 질소 노폐물을 암모니아 형태로 몸 밖으로 배설하기 위해서는 많은 물이 필요하고, 요산이나 요소의 형태로 배설하기 위해서는 물이 많이 필요하지 않다. 따라서 물이 많은 곳에서 서식하는 수중 동물은 암모니아의 형태로 배설하고, 물이 적은 곳에서 서식하는 육상 동물은 요산이나 요소의 형태로 배설한다.

ㄷ. 곤충의 몸 껍질이 키틴질로 되어 있는 것은 수분의 증발을 막기 위한 것이다.

09 정답 ① ＊캥거루쥐의 적응

| 문제+자료 분석 |

- 해당 자료는 물과 생물의 상호 관계에 대한 설명이다. 물은 생물의 몸을 구성하는 성분 중 가장 많은 비율을 차지하므로, 생물의 생명 유지에 매우 중요하다.

| 선택지 분석 |

① 송어나 노루가 가을에 주로 번식하는 것은 일조 시간과 관련이 있다.
② 곤충의 몸 표면이 키틴질로 되어 있어 수분의 손실을 줄일 수 있다.
③ 수분이 부족한 사막에 서식하는 낙타는 수분의 손실을 줄이기 위해 땀 배출량이 적고, 오줌의 농도가 진하다.
④ 건조한 지역에 서식하는 건생 식물은 잎의 증산을 줄이거나 막기 위해서 잎의 면적이 작거나 잎을 가시로 변화시켰다.
⑤ 사막에 사는 파충류의 알이 단단한 껍데기로 싸여 있는 것은 수분의 손실을 막기 위한 것이다.

내신 수능 Q 개체군 문제편 297~298p

01 (1) 정답 A: 이론적 생장 곡선, B: 실제 생장 곡선

| 문제+자료 분석 |

- 이론적 생장 곡선은 환경 저항이 없으므로 J자 모양이고 실제 생장 곡선은 환경 저항이 있으므로 S자 모양이다.

(2) 핵심 키워드: **환경 저항, 경쟁, 질병, 먹이**

모범 답안 이론적 생장 곡선과 실제 생장 곡선이 차이가 나타나게 하는 것은 환경 저항 때문이며, 환경 저항에 해당하는 것은 먹이 부족, 노폐물 축적, 개체 간의 경쟁, 질병 등이 있다.

＊채점 기준

환경 저항의 3가지 예를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
1가지 예만 포함하여 서술한 경우	30 %

＊개체군의 생장 곡선

이론적 생장 곡선	생식 활동에 제약이 없어 개체 수가 계속 증가한다. ➡ J자 모양
실제 생장 곡선	개체군의 밀도가 증가할수록 환경 저항이 증가한다. ➡ S자 모양
환경 저항	개체군의 생장을 억제하는 요인이다. ㉠ 먹이 부족, 서식 공간의 감소, 노폐물의 증가, 질병

02 정답 ① ＊개체군의 생존 곡선

| 문제+자료 분석 |

- Ⅰ형: 출생 수가 적지만 어릴 때 부모의 보호를 받으므로 어린 개체의 사망률이 낮고, 노년에 사망률이 높아 대부분의 개체가 생리적 수명을 다하고 죽는다. ㉠ 사람, 대형 포유류
- Ⅱ형: 각 연령층에서 사망률이 비교적 일정하다. ㉠ 히드라, 설치류, 야생 조류 등
- Ⅲ형: 출생 수는 많지만, 어린 개체의 사망률이 높아 성체로 생장하는 수가 적다. ㉠ 굴, 어류

| 보기 분석 |

ㄱ. Ⅰ형은 어릴 때 사망률이 낮고 연령이 높아질수록 사망률이 높아진다. 이것은 어릴 때 부모의 보호를 많이 받아 대부분 생리적 수명을 다하고 죽기 때문이다.

ㄴ. Ⅱ형은 연령별 사망률이 일정한 경우이다.

ㄷ. 히드라는 Ⅱ형에 해당한다. 굴이나 어류 등은 Ⅲ형에 해당한다.

03 정답 ② ＊개체군의 밀도

| 문제+자료 분석 |

- 개체군은 일정한 지역에서 같은 종의 개체들이 무리를 이루어 생활하는 집단이다.
- 출생과 이입은 개체군의 밀도를 증가시키며, 사망과 이출은 개체군의 밀도를 감소시킨다.

| 선택지 분석 |

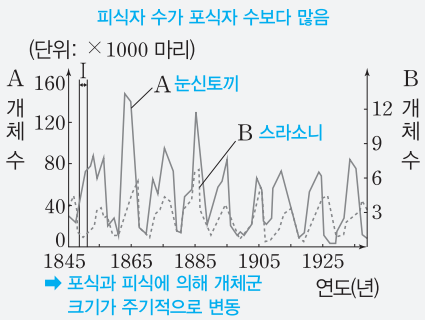
A. 하나의 개체군은 일정한 지역에 서식하는 동일한 종의 개체들의 집합을 말한다. 따라서 같은 종이라도 다른 지역에 있다면 다른 개체군이다.

B. 개체 수가 같다면 생활 공간의 면적이 넓을수록 개체군의 밀도는 감소한다.

C. 개체군의 밀도는 $\frac{\text{개체군을 구성하는 개체 수}}{\text{개체군이 서식하는 공간의 면적}}$이므로 일정한 공간에 서식하는 개체군의 개체 수이다.

내신 수능 P Q

04 정답 ③ * 포식과 피식에 의한 주기적 변동



| 문제+자료 분석 |

- 포식과 피식에 의해 두 개체군의 크기가 주기적으로 변동한다. 피식자의 수가 증가하면 포식자의 수가 증가하고, 포식자의 수가 증가하면 피식자의 수가 감소하는 형태를 보인다.
- 개체 수가 A가 B보다 많고, A가 증가하고 감소함에 따라 B도 증가하고 감소하는 형태를 보이므로 A는 피식자인 눈신토끼, B는 포식자인 스라소니이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 스라소니(B)가 눈신토끼(A)의 천적이다.

ㄴ. A는 피식자이고 B는 포식자이므로 피식자를 인위적으로 제거하면 B의 먹이가 부족하여 B의 개체 수도 감소할 것이다.

ㄷ. 스라소니(B)와 눈신토끼(A)는 서로에게 영향을 미치는 포식과 피식의 관계로 약 10년을 주기로 개체 수가 변한다.

05 핵심 키워드: **생식 연령층, 생식 전 연령층, 감소**

모범 답안 생식 전 연령층이 생식 연령층보다 적기 때문에 앞으로 우리나라의 인구는 감소할 것으로 예상된다.

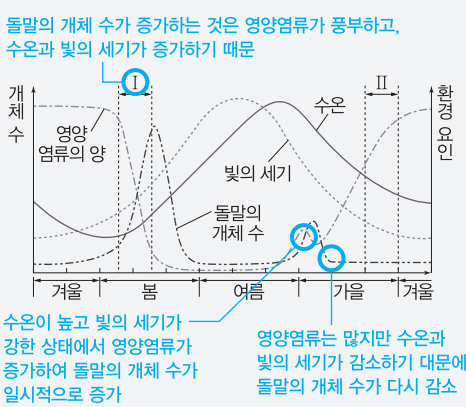
| 문제+자료 분석 |

- 생식 전 연령층이 생식 연령층보다 적은 쇠퇴형은 개체군의 크기가 점점 작아진다.

＊채점 기준

핵심 키워드를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100 %
인구가 감소한다고만 서술한 경우	30 %

06 정답 ③ * 돌말 개체군의 계절적 변동



| 문제+자료 분석 |

- 환경 요인이 계절에 따라 주기적으로 변하면, 개체군의 크기도 계절에 따라 주기적으로 변동한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 봄에 영양염류가 풍부한 상태에서 빛의 세기가 증가하고 수온이 상승하기 때문에 돌말의 개체 수가 급격히 증가한다.

ㄴ. 영양염류가 풍부하더라도 빛의 세기가 약하고 수온이 낮으면 돌말의 번식력이 약해 개체 수가 적다.

ㄷ. 여름에 돌말의 개체 수가 적은 직접적인 요인은 영양염류의 양이 매우 부족하기 때문이다.

07 정답 ③ * 리더제와 순위제

| 문제+자료 분석 |

- (가) 리더제: 한 개체가 전체 개체군의 행동을 이끈다.
- (나) 순위제: 개체들 사이에서 힘의 서열에 따라 순위를 정하여 먹이나 배우자를 차지하는 것이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 리더제는 매우 영리한 우두머리가 집단을 이끌고 있기 때문에 적으로부터 도망치거나 질서를 유지하는 데 유리하다.

ㄴ. 순위제는 개체 사이에 먹이 섭취나 배우자 선택에 있어 순위가 정해져 있기 때문에 불필요한 경쟁으로 인한 상처나 에너지 소모를 줄이는 데 효과가 있다.

ㄷ. 순위제는 모든 개체들의 순위가 정해져 있으나 리더제는 리더 외에 다른 개체들의 순위는 정해지지 않는다.

08 정답 ① * 사회생활과 텃세

| 문제+자료 분석 |

- (가): 개체들이 먹이 수집, 생식 등의 일을 서로 분담하고 협력함으로써 전체적으로 조화된 분업 구조를 갖는 것은 사회생활이고, 예로는 개미 개체군과 꿀벌 개체군의 사회생활을 들 수 있다.
- (나): 생활 공간의 확보, 먹이 획득, 배우자 독점 등을 목적으로 일정한 생활 공간을 점유하고 다른 개체의 침입을 적극적으로 막는 것은 텃세이다.

| 선택지 분석 |

① (가)는 사회생활, (나)는 텃세이다.
분서는 군집 내 개체군 간에 일어나는 상호 작용이다. 텃세와 분서를 헷갈리지 않도록 주의하자!

＊개체군 내 상호 작용

텃세	일정한 생활 공간을 차지하고, 다른 개체의 침입을 적극적으로 방어한다.
순위제	일정한 순위에 따라 생식과 먹이 섭취 등의 순서가 정해진다.
리더제	개체군 내의 한 개체가 리더가 되어 개체군의 이동, 사냥을 통솔한다.
사회 생활	생식, 방어, 먹이 획득 등에 역할을 분담하여 공동으로 생활한다.
가족 생활	혈연관계가 가까운 개체들이 모여 사냥과 양육을 공동으로 한다.

R 군집 문제편 299~301p

01 정답 ⑤ * 방형구법

| 문제+자료 분석 |

- 상대 밀도(%)는 $\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{조사한 모든 종의 개체 수의 합}} \times 100$이다.
- 빈도는 $\frac{\text{특정 종이 출현한 방형구 수}}{\text{전체 방형구 수}}$이며, 상대 빈도(%)는 $\frac{\text{특정 종이 출현한 방형구 수}}{\text{조사한 모든 종의 방형구 수의 합}} \times 100$이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 질경이의 밀도는 10, 민들레의 밀도는 4, 강아지풀의 밀도는 6이므로 질경이의 상대 밀도는 $\frac{10}{10+4+6} \times 100 = 50\ \%$이다.

ㄴ. 질경이의 빈도는 $\frac{6}{25}$, 민들레의 빈도는 $\frac{3}{25}$, 강아지풀의 빈도는 $\frac{6}{25}$이다. 따라서 질경이의 빈도는 민들레의 2배이다.

ㄷ. 강아지풀과 질경이의 상대 빈도는 $\frac{6}{15} \times 100 = 40\ \%$로 같다.

02 정답 ② * 군집의 구조 ····· [정답률 60%]

| 문제+자료 분석 |

- 상대 밀도(%)$= \frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{조사한 모든 종의 개체 수의 합}} \times 100$이다. 따라서 A의 상대 밀도는 $\frac{240}{500} \times 100 = 48\ \%$, B의 상대 밀도는 $\frac{60}{500} \times 100 = 12\ \%$, C의 상대 밀도는 $\frac{200}{500} \times 100 = 40\ \%$이다.
- 상대 빈도(%)$= \frac{\text{특정 종의 빈도}}{\text{조사한 모든 종의 빈도의 합}} \times 100$이다. B의 상대 빈도가 35 %이므로 $\frac{㉠}{㉠+0.52} \times 100 = 35$이고, ㉠은 0.28이다.
- A의 상대 빈도는 $\frac{0.20}{0.80} \times 100 = 25\ \%$, C의 상대 빈도는 $\frac{0.32}{0.80} \times 100 = 40\ \%$이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. B의 빈도가 ㉠이고, B의 상대 빈도가 35 %이므로 $\frac{㉠}{㉠+0.52} \times 100 = 35\ \%$이다. 따라서 B의 빈도 ㉠은 0.28이다.

ㄴ. 상대 밀도는 $\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{조사한 모든 종의 개체 수의 합}} \times 100$이다. 따라서 B의 상대 밀도는 $\frac{60}{500} \times 100 = 12\ \%$이다.

ㄷ. 중요치는 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도의 합이다. 그러므로 A의 중요치는 48+25+55=128이다. A의 상대 피도가 55 %이므로 B와 C의 상대 피도 합은 45 %이다. C의 상대 피도는 45 % 미만이므로 C의 중요치는 상대 밀도 40 %, 상대 빈도 40 %를 포함하여 125 미만이다. 따라서 중요치는 A가 C보다 높다.

03 정답 ④ * 식물 군집의 층상 구조

| 문제+자료 분석 |

- **층상 구조**: 삼림처럼 많은 개체군으로 이루어진 군집은 수직적인 몇 개의 층으로 구성되는 것을 말한다.
- 층상 구조의 발달로 높이에 따라 도달하는 빛의 세기가 다르다.

| 선택지 분석 |

① 흙 속에서 낙엽이나 동식물의 사체가 썩으면서 만들어지는 유기물의 혼합물이 부식질이며 지중층에 많다.

② 식물 군집은 여러 식물이 빛의 세기에 따라 햇빛을 최대한 활용하도록 수직적인 몇 개의 층을 이루고 있는데, 이를 층상 구조라고 한다.

③ 층상 구조에서 아래쪽으로 갈수록 빛의 세기가 약해진다.

④ 교목층에서 빛의 세기가 가장 강하므로 교목층에서 광합성이 가장 활발하게 일어난다.

⑤ 군집의 천이 과정에서 음수림이 되면 극상이 되는데 이때 빛을 많이 필요로 하는 어린 양수는 잘 자라지 못하고 어린 음수는 잘 자라므로 관목층에는 양수보다 음수 묘목이 더 많다.

04 정답 ② * 수평적 생태 분포

| 문제+자료 분석 |

- **수평 분포**: 위도에 따라 나타나는 분포로, 기온과 강수량의 차이에 의해 나타난다. 저위도에서 고위도로 갈수록 열대 우림 → 낙엽수림 → 침엽수림 → 툰드라 순으로 분포한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 연평균 기온과 연평균 강수량은 위도에 따라 다르게 나타나므로 위도에 따른 분포를 나타낸 것이다.

ㄴ. 기온과 강수량에 따라 열대 우림, 아열대 우림, 상록 활엽수림, 낙엽 활엽수림, 침엽수림 등의 군집의 분포가 달라진다.

ㄷ. 위도가 높아질수록 기온이 낮아지고 강수량이 적어지므로 활엽수림보다 침엽수림이 우점한다.

05 정답 ② * 군집의 천이

| 문제+자료 분석 |

- 초원이 형성된 후 관목이 우점하고, 이후 강한 빛에서 빠르게 자라는 양수가 우점하는 양수림(A)이 형성된다.
- 양수림이 형성되면 하층에 도달하는 빛의 세기가 약해지는데 이에 따라 약한 빛에서도 잘 자라는 음수의 묘목이 자라면서 양수와 음수의 혼합림이 형성된다. 이후 음수가 번성하여 혼합림이 점차 음수림(B)으로 전환된다.

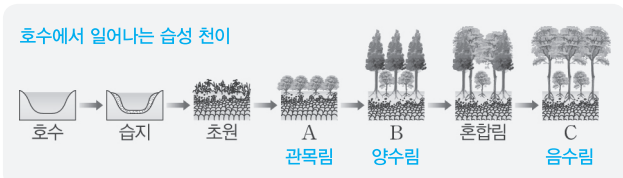
| 보기 분석 |

ㄱ. 관목림 다음에 양수림이 먼저 형성되므로 A는 양수림이다.

ㄴ. B에서 산불이 발생하게 되면 이미 토양이 형성되어 있으므로 이후 초본이 개척자가 되어 2차 천이가 일어난다.

ㄷ. 극상은 천이의 마지막 단계로 안정된 상태이다. 혼합림은 이후 음수림(B)으로 전환되므로 혼합림에서 극상을 이루지 않으며, 음수림에서 극상을 이룬다.

06 정답 ③ * 습성 천이 ····· [정답률 73%]



| 문제+자료 분석 |

- 호수에서 일어나는 천이는 습성 천이이다.
- **습성 천이 과정**: 호수 → 습지 → 초원 → 관목림(A) → 양수림(B) → 혼합림 → 음수림(C)의 순서로 발달한다.

내신 수능 Q R

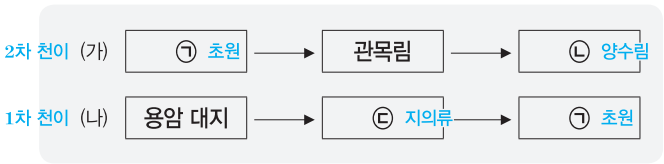
| 보기 분석 |

ㄱ. 그림에서 보면 호수에서 천이가 시작되고 있다. 이러한 천이를 습성 천이라고 한다. 습성 천이는 1차 천이에 해당한다.

ㄴ. A의 우점종은 관목림이다. 그림에서 지의류가 나타나지 않았다고 해서 A가 지의류일 것이라고 착각하는 경우가 있는데, 지의류는 건성 천이의 개척자로 초원 전 단계에 등장하게 될 것이다. 그림의 천이가 습성 천이라는 것을 찾아내야만 접근이 쉬워진다.

ㄷ. B는 양수림이다. 양수림 이후에는 혼합림이고, 음수림이 극상을 이룬다. 이는 음수림의 묘목(어린나무)이 혼합림에서 더 잘 자랄 수 있기 때문이라는 것도 알아두는 것이 좋다.

07 정답 ④ * 군집의 천이 ····· [정답률 59%]



| 문제+자료 분석 |

- 1차 천이는 생물이 없는 곳에서 토양 형성 과정부터 시작되는 천이로 지의류가 개척자로 들어온다. 따라서 용암 대지에서 시작하는 (나)는 1차 천이이며 ㉢은 지의류이다.
- 2차 천이는 기존의 식물 군집이 있던 곳에서 산불, 산사태 등으로 군집이 파괴된 후 기존에 남아 있던 토양에서 시작하는 천이로 초본이 개척자로 들어온다. 따라서 (가)는 2차 천이이며, ㉠은 초원, ㉡은 양수림이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (나)에서 토양이 형성되지 않은 용암 대지에 지의류(㉢)가 개척자로 들어오므로 (나)는 1차 천이이다. 따라서 (가)는 2차 천이이며, 초본(초원)이 개척자로 들어온다.

ㄴ. (나)에서 토양이 형성되지 않은 용암 대지에 지의류(㉢)가 개척자로 들어오므로 (나)는 1차 천이이다.

ㄷ. 2차 천이의 단계는 산불, 산사태 이후 '초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림(극상)'으로 진행되므로 ㉡은 양수림이다.

* 군집의 천이

1차 천이	화산 활동으로 생성된 용암 대지처럼 생명체가 없고 토양 발달이 미약한 곳에서 시작하는 천이이다.
2차 천이	화재나 산사태 등이 일어난 후 기존에 남아 있던 토양에서 시작하는 천이이다.

08 정답 ① * 군집의 천이

| 문제+자료 분석 |

- 두 개체군의 먹고 먹히는 관계를 포식과 피식이라고 하며, 포식과 피식은 혼합 서식 그림에서처럼 주기적 변동을 보인다.
- 포식과 피식의 개체 수 변동 그래프에서 피식자의 수가 증가하고 감소함에 따라 포식자의 수도 증가하고 감소하는 형태를 보인다. 따라서 A는 피식자, B는 포식자이다.

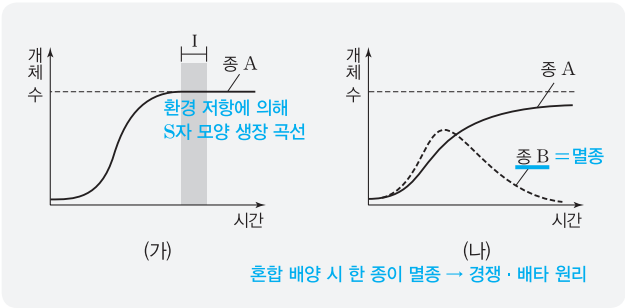
| 보기 분석 |

ㄱ. A의 개체 수 증감에 B의 개체 수도 따라 증감하므로 A는 피식자이고, B는 포식자이다.

ㄴ. 포식자가 피식자보다 상위 영양 단계의 생물이므로 B가 A보다 상위 영양 단계의 생물이다.

ㄷ. A와 B는 주기적으로 개체 수가 변하므로 포식과 피식의 관계이다. 이 관계에서는 경쟁 · 배타 원리가 적용되지 않으며, 주기적으로 개체 수가 변한다.

09 정답 ③ * 종간 경쟁



| 문제+자료 분석 |

- 종 A와 종 B를 혼합 배양하면 종 A는 단독 배양했을 경우보다 개체 수가 줄어들고, 종 B는 어느 정도 시간이 지난 후 사라진다.
- 종 B의 사라지는 것을 통해 두 종의 생태적 지위가 비슷하다는 것과 경쟁 · 배타가 일어났음을 알 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 개체 수가 구간 I에서 더 이상 증가하지 않는 것은 질병이나 먹이, 공간의 부족 등과 같은 환경 저항 때문에 나타나는 개체 간의 경쟁 때문이다.

ㄴ. 종 A와 종 B를 혼합 배양했을 때 종 A만 살아남고 종 B는 사라지므로, 생태적 지위가 비슷하여 서식지와 먹이 등을 두고 종간 경쟁이 있었음을 알 수 있다.

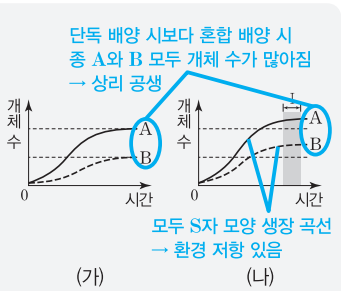
ㄷ. 생태적 지위가 비슷한 종을 혼합 배양하면 종간 경쟁이 일어나 특정 종이 사라지는 경쟁 · 배타 원리가 나타난다. (나)에서 종 B가 점차 사라지므로 A와 B는 생태적 지위가 비슷함을 알 수 있다.

* 경쟁 · 배타의 원리

두 개체군이 경쟁한 결과 경쟁에서 이긴 개체군은 살아남고, 경쟁에서 진 개체군은 경쟁 지역에서 사라지는 현상을 말한다.

10 정답 ② * 군집 내 개체군의 상호 작용 ····· [정답률 88%]

상호 작용	종 1	종 2
기생 ㉠	손해	ⓐ 이익
상리 공생 ㉡	이익	이익



| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 기생: 한 개체군(기생종)은 이익(ⓐ)을 얻고, 다른 개체군(숙주)은 손해를 본다.
- ㉡ 상리 공생: 두 개체군이 모두 이익을 얻는다.
- (나)에서 두 종을 혼합 배양했을 때 (가)에 비해 A와 B의 환경 수용력이 높아진 것을 통해 두 종 사이의 상호 작용은 상리 공생임을 알 수 있다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 기생이고, ㉡은 상리 공생이다. 기생의 경우 한 개체군은 손해를 보지만 한 개체군은 이익을 얻으므로 ⓐ는 이익이 된다.

ㄴ. (나)에서 종 A와 B를 혼합 배양했을 때 개체 수가 더 증가했으므로 종 A와 B 사이의 상호 작용은 상리 공생(㉡)에 해당된다.

ㄷ. 개체군의 생장 곡선이 S자 모양을 나타내므로 구간 I에서 환경 저항을 받는다고 할 수 있다. 환경 저항을 받지 않을 경우 J자 모양이 되어야 한다.

＊군집 내 상호 작용

종간 경쟁	두 개체군이 먹이와 생활공간 등을 서로 차지하기 위해 싸우는 현상으로, 생태적 지위가 중복될수록 경쟁이 심해진다.
분서 (생태 지위 분화)	두 개체군이 경쟁을 피하기 위해 먹이, 생활공간 등을 달리하여 생활하는 현상이다.
포식과 피식	두 개체군 사이의 먹고 먹히는 관계이다.
상리 공생	두 개체군이 밀접하게 연관을 맺으면서 모두 이익을 얻는 현상이다.
기생	한 개체군(기생자)이 다른 개체군(숙주)에 살며 자신은 이익을 얻지만, 다른 개체군은 손해를 보는 현상이다.

11 정답 ⑤ ＊개체군 사이의 상호 작용 ····· [정답률 96%]

| 문제+자료 분석 |

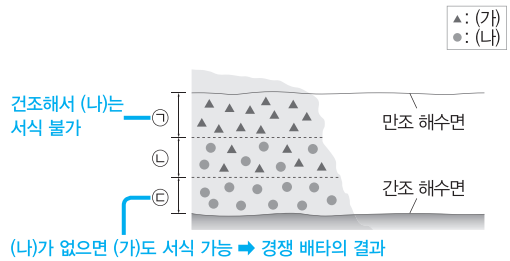
- (가): 겨우살이는 식물로부터 물과 양분을 빼앗는 기생 식물이며 물과 양분을 빼앗기는 다른 식물은 숙주이다. 겨우살이는 이익을 얻으나 다른 식물은 손해를 입는 기생 관계이다.
- (나): 뿌리혹박테리아와 콩과식물은 상리 공생 관계로 두 종 모두 이익을 얻는다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)의 겨우살이는 이익을 얻고 다른 식물은 손해를 입는 기생의 예이다.
ㄴ. (가)에서는 겨우살이가 이익을 얻는다. (나)에서는 뿌리혹박테리아와 콩과식물이 모두 이익을 얻는다. (가)와 (나) 각각에는 이익을 얻는 종이 있다.
ㄷ. 벌새는 먹이인 꿀을 얻으며 꽃은 수분이 잘 일어나 자손 번식에 유리해진다. 꽃과 벌새 두 종 모두 이익을 얻는 상리 공생 관계이다.

12 핵심 키워드: 서식 범위, 종간 경쟁, 경쟁·배타 원리

모범 답안 ㉠은 (나)의 서식 범위가 아니기 때문에 서식하지 않고, (가)와 (나)는 생태적 지위가 겹치기 때문에 종간 경쟁이 일어나고 경쟁 · 배타 원리가 적용되어 ㉢에 (가)가 서식하지 않는다.



| 문제+자료 분석 |

- (나)는 (가)의 존재 여부와는 상관없이 ㉠이 건조한 지역이어서 서식하지 않는다. ㉢에서 (나)를 제거할 경우 (가)가 서식하는 것으로 보아 (가)와 (나)가 ㉢에 함께 서식할 경우 종간 경쟁이 작용함을 알 수 있다.

＊채점 기준

두 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
두 까닭 중 하나만 옳게 서술한 경우	50 %

내신 수능

S 에너지 흐름과 물질의 순환 문제편 302~304p

01 정답 ① ＊에너지 흐름

| 문제+자료 분석 |

- 생태계 내에서 에너지는 순환하지 않고, 한 방향으로만 흐르기 때문에 생태계가 유지되려면 생태계로 에너지가 계속 유입되어야 한다.

| 선택지 분석 |

① 생태계에서 에너지는 순환하지 않고 형태가 전환되어 한 방향으로 흐른다.
② 생산자는 광합성을 통해 빛에너지를 화학 에너지 형태로 전환하며 유기물에 저장된 화학 에너지는 소비자로 이동한다.
③ 생산자가 광합성을 통해 빛에너지를 전환하여 유기물에 화학 에너지 형태로 저장한다.
④ 생태계에 공급되는 에너지의 근원은 태양의 빛에너지로, 생태계가 유지되려면 빛에너지가 계속 공급되어야 한다.
⑤ 생태계에서 에너지는 한 방향으로 흐르며, 생명체가 이용하지 않은 에너지는 열에너지 형태로 생태계 밖으로 나간다.

02 정답 에너지 효율

| 문제+자료 분석 |

- 하위 영양 단계에서 상위 영양 단계로 이동하는 에너지의 비율이 에너지 효율이며, 일반적으로 상위 영양 단계로 갈수록 단위 질량당 에너지 소모가 적고 영양가 높은 먹이를 섭취하여 에너지 효율이 증가하는 경향이 있다.

03 핵심 키워드: 에너지 효율, 1차 소비자, 2차 소비자

모범 답안 1차 소비자의 에너지 효율은 10 %이고 2차 소비자의 에너지 효율은 20 %이다. 2차 소비자의 에너지 효율이 1차 소비자보다 높다.

| 문제+자료 분석 |

- 에너지 효율은 전 영양 단계가 보유한 에너지양에 대한 현 영양 단계가 보유한 에너지양의 비율이다. 일반적으로 상위 영양 단계로 갈수록 에너지 효율이 증가하는 경향이 있다.
- 에너지 효율을 계산하는 다음 수식에 대입하면 1차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{100}{1000}\times100=10\,\%$이고, 2차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{20}{100}\times100=20\,\%$이다.

$$\text{에너지 효율}(\%)=\frac{\text{현 영양 단계가 보유한 에너지 양}}{\text{전 영양 단계가 보유한 에너지 양}}\times100$$

＊채점 기준

1차 소비자와 2차 소비자의 에너지 효율을 구하고, 그 크기를 옳게 비교하여 서술한 경우	100 %
1차 소비자의 에너지 효율과 2차 소비자의 에너지 효율 중 1가지만 옳게 구하고 서술한 경우	30 %

04 정답 ③ ＊에너지 효율

| 문제+자료 분석 |

- 일반적으로 상위 영양 단계로 갈수록 개체 수, 생체량, 에너지양 등이 줄어들기 때문에 생태 피라미드는 위로 갈수록 크기가 줄어드는 형태이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 2차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{20}{100}\times100=20\,\%$이다.

ㄴ. 1차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{100}{1000}\times100=10\,\%$이며, 에너지 효율이 $100\,\%$는 불가능하다.

ㄷ. 1차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{100}{1000}\times100=10\,\%$이며, 2차 소비자의 에너지 효율은 $20\,\%$이므로 상위 영양 단계로 갈수록 에너지 효율이 높아진다.

05 정답 ③ * 에너지 효율 ····· [정답률 87%]

| 문제+자료 분석 |

- **에너지 효율**: 하위 영양 단계에서 상위 영양 단계로 이동하는 에너지의 비율을 에너지 효율이라고 한다. 에너지 효율은 $\frac{\text{현 영양단계의 에너지양}}{\text{전 영양단계의 에너지양}}\times100$으로 계산한다.
- 3차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{3}{15}\times100=20\,\%$이다.
- 3차 소비자의 에너지 효율이 1차 소비자의 에너지 효율의 2배이므로 1차 소비자의 에너지 효율은 $10\,\%$이다. 따라서 $\frac{ⓐ}{1000}\times100=10\,\%$이므로 1차 소비자가 사용할 수 있는 에너지양은 ⓐ$=100$이다.
- 2차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{15}{100}\times100=15\,\%$이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 1차 소비자의 에너지 효율이 $\frac{ⓐ}{1000}\times100=10\,\%$이므로 1차 소비자가 사용할 수 있는 에너지양인 ⓐ는 100이다.

ㄴ. 1차 소비자의 에너지 중 일부는 1차 소비자의 생명 활동에 이용되거나 열에너지로 방출되고 남은 에너지 일부가 2차 소비자에게 전달된다.

ㄷ. 소비자에서 상위 영양 단계로 갈수록 에너지 효율이 증가한다. 문제에서 1차 소비자의 에너지 효율은 $10\,\%$, 2차 소비자의 에너지 효율은 $15\,\%$, 3차 소비자의 에너지 효율은 $20\,\%$로 상위 영양 단계로 갈수록 에너지 효율이 증가하는 것을 알 수 있다.

06 정답 ① * 생태계의 물질 생산과 소비

| 문제+자료 분석 |

- ㉠ 총생산량: 생산자가 일정 기간 동안 광합성을 통해 합성한 유기물의 총량이다.
- ㉡ 순생산량: 총생산량에서 생산자의 호흡으로 사용된 양을 제외하고 생산자에 저장되는 유기물의 양이다.
- ㉢ 피식량: 순생산량 중 1차 소비자에게 전달되는 유기물의 양이다.

| 선택지 분석 |

① ㉠은 총생산량, ㉡은 순생산량, ㉢은 피식량이다.

07 정답 ③ * 물질 생산과 소비

| 문제+자료 분석 |

- 극상에 도달한 군집은 생체량에 비해 순생산량이 적은 반면, 천이가 진행 중인 군집은 생체량에 비해 순생산량이 많다.
- 따라서 생체량에 비해 순생산량이 적은 (가)는 극상에 도달한 군집이며, 생체량에 비해 순생산량이 많은 (나)는 천이가 진행 중인 군집이다.

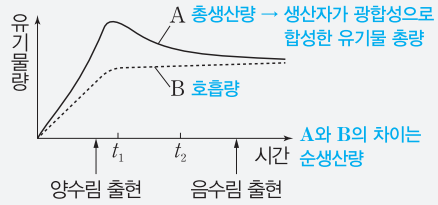
| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 생체량에 비해 순생산량이 적으므로 극상에 도달한 군집이다.

ㄴ. (가)는 극상에 도달한 군집이고, (나)는 천이가 진행 중인 군집이므로, 생체량은 일반적으로 (가)가 더 크다.

ㄷ. 극상에 도달한 군집인 (가)는 생산량과 소비량이 균형을 이루어 생체량 대비 순생산량의 값이 천이가 진행 중인 군집인 (나)에 비해 적다.

08 정답 ② * 물질 생산과 소비 ····· [정답률 75%]



| 문제+자료 분석 |

- **A** 총생산량: 생산자가 생산한 유기물의 총량으로 호흡량과 순생산량을 포함한다.
- **B** 호흡량: 호흡을 통해 소비한 유기물량이다.
- 총생산량(A)에서 호흡량(B)을 제외한 유기물량은 순생산량이다.

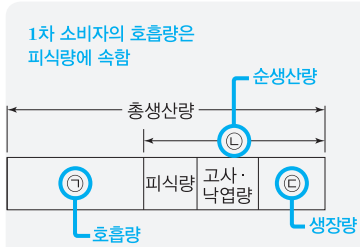
| 보기 분석 |

ㄱ. 고사량은 말라 죽어 소실된 유기물의 양으로, 순생산량에 포함된다. 호흡량은 호흡을 통해 소비한 유기물량이다.

ㄴ. 호흡량은 총생산량보다 클 수 없으므로 A는 총생산량, B는 호흡량이고, 순생산량은 A와 B의 차이이다. A와 B의 차이는 t_1일 때가 t_2일 때보다 크므로 순생산량은 t_1일 때가 t_2일 때보다 크다.

ㄷ. 극상은 군집의 천이 과정 중 안정된 상태가 유지되는 것으로 음수림 출현 이후에 나타난다. 자료에서 극상은 음수림 출현 이후에 나타날 것이므로 t_2일 때 극상을 이루지 않는다.

09 정답 ③ * 물질 생산과 소비 및 에너지 효율 ···· [정답률 60%]



$\frac{x}{500}\times100=10\,\%,\ x=50$

구분	에너지양(상댓값)
ⓐ 1차 소비자	? 50
ⓑ 2차 소비자	10
생산자	500

| 문제+자료 분석 |

- 생산자가 광합성을 통해 합성한 유기물의 총량인 총생산량은 순생산량(㉡)과 호흡량(㉠)을 합한 양이다. 생장량(㉢)은 순생산량(㉡)에서 피식량과 고사·낙엽량을 제외한 유기물의 양이다.
- 영양 단계 ⓑ를 1차 소비자로 가정하면, 에너지 효율이 $\frac{10}{500}\times100=2\,\%$이므로 $10\,\%$라는 조건을 만족하지 못한다. 그러므로 ⓑ는 1차 소비자가 아니고 2차 소비자이다.
- 따라서 1차 소비자인 ⓐ의 에너지 효율은 $\frac{x}{500}\times100=10\,\%$이므로 1차 소비자(ⓐ)의 에너지양 x는 50 이다. 따라서 ⓐ는 1차 소비자, ⓑ는 2차 소비자이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 피식량, 고사 · 낙엽량, 생장량(ⓔ)을 포함한 유기물의 양 ㉡은 순생산량이다.
ㄴ. 1차 소비자(ⓐ)의 호흡량은 피식량에 포함되므로 ㉠이 아닌 ㉡에 포함된다.
ㄷ. 2차 소비자(ⓑ)의 에너지 효율은 $\frac{\text{2차 소비자(ⓑ)의 에너지양}}{\text{1차 소비자(ⓐ)의 에너지양}} \times 100 = \frac{10}{50} \times 100 = 20\,\%$이다.

* 식물 군집의 유기물량

총생산량	식물 군집이 광합성을 통해 만들어내는 유기물의 총량이다.
순생산량	총생산량에서 식물 군집의 호흡량을 뺀 값이다.
호흡량	식물 군집이 호흡을 위해 소모하는 유기물의 양이다.
피식량	1차 소비자로 이동하는 유기물의 양이다.

10 정답 뿌리혹박테리아, 아조토박터

| 문제+자료 분석 |

- 뿌리혹박테리아는 대기 중의 질소 기체를 식물이 사용할 수 있는 암모늄 이온으로 전환할 수 있는 질소 고정 세균이다.
- 콩과식물 등의 생산자와 공생 관계를 유지하여 식물에게 질소를 제공하고 탄소 화합물 등을 제공받는다.

11 핵심 키워드: 질소 고정 세균

모범 답안 (가) 질소 고정 세균은 대기 중 질소 기체를 고정해 암모늄 이온으로 전환한다. 질산화 세균은 암모늄 이온을 질산 이온으로 전환하는 세균이다.

| 문제+자료 분석 |

- 질소 고정 세균이 대기 중 질소 기체를 암모늄 이온으로 고정하면, 질산화 세균이 암모늄 이온을 질산 이온으로 전환한다.

* 채점 기준

(가)를 고쳐 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
(가)를 고쳐 쓰고, 까닭을 서술하는 것 중 1가지만 옳게 서술한 경우	50 %

12 정답 ② * 질소의 순환

| 문제+자료 분석 |

- **A** 탈질산화 작용: 토양 속 질산 이온은 탈질산화 세균에 의해 질소 기체로 전환되어 대기로 돌아간다.
- **B** 질소 동화 작용: 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)은 생산자에 의해 흡수되어 질소 화합물로 합성된다.
- **C**: 생물의 사체나 배설물 속의 질소 화합물은 분해자에 의해 암모늄 이온으로 분해되어 토양으로 돌아간다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A 과정은 탈질산화 세균에 의해 질산 이온이 질소 기체로 전환되어 대기로 돌아가는 탈질산화 작용이다. 식물은 반대로 대기 중의 질소 기체를 이온의 형태로 고정하는 과정을 통해 질소를 이용한다.
ㄴ. 단순한 화합물인 질산 이온을 복잡한 유기 질소 화합물로 합성하는 것은 동화 작용이다.
ㄷ. 사체나 배설물의 형태로 토양으로 이동한 유기 질소 화합물 중 일부는 분해자에 의해 암모늄 이온으로 분해된다.

13 정답 ③ * 질소 순환 과정과 탄소 순환 과정 ··· [정답률 75%]

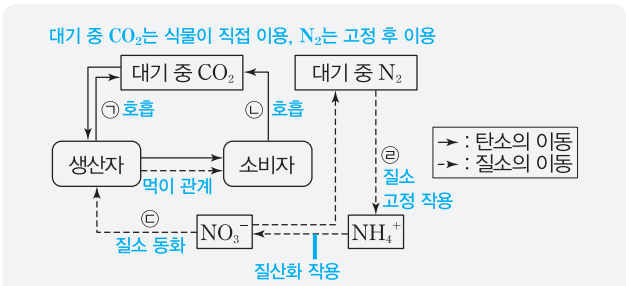
| 문제+자료 분석 |

- (가) 질소 고정 작용: 대부분의 생물이 직접 이용할 수 없는 대기 중 질소 기체(N_2)가 질소 고정 세균(뿌리혹박테리아, 아조토박터 등)에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환되는 작용이다. 공중 방전에 의해서는 질산 이온(NO_3^-)으로 고정된다.
- (나) 질산화 작용: 토양 속 암모늄 이온(NH_4^+)이 질산화 세균에 의해 질산 이온(NO_3^-)으로 전환되는 작용이다.
- (다): 유기물이 이산화 탄소(CO_2)와 물(H_2O)로 분해되면서 방출되는 에너지의 일부를 생명 활동에 이용하는 세포 호흡이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 대기 중 질소 기체(N_2)가 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환되는 질소 고정 작용이다. 이러한 질소 고정 작용 (가)는 질소 고정 세균인 뿌리혹박테리아, 아조토박터 등에 의해 일어난다.
ㄴ. (가)가 질소 고정 작용이고, (나)는 질산화 작용이며, (다)는 세포 호흡이다.
ㄷ. (가)~(다)를 포함하여 생물체 내에서 일어나는 모든 물질대사에 효소가 관여한다.

14 정답 ④ * 물질 순환 ····· [정답률 57%]



| 문제+자료 분석 |

- ㉠, ㉡: 생물 군집에서 대기 중으로 CO_2가 이동하는 호흡이다.
- ㉢ 질소 동화 작용: 생산자가 NH_4^+나 NO_3^-를 이용하여 단백질이나 핵산과 같은 고분자 질소 화합물을 합성하는 것이다.
- ㉣ 질소 고정 작용: 질소 고정 세균인 뿌리혹박테리아, 아조토박터에 의해 N_2가 NH_4^+이 되거나, 공중 방전에 의해 N_2가 NO_3^-으로 고정되어 생물에 이용된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉠은 생산자의 세포 호흡 활동에 의한 이산화 탄소 방출을 나타낸 것이고, ㉡은 소비자의 세포 호흡 활동에 의해 대기 중으로 이산화 탄소로 돌려보내는 것이다.
ㄴ. 질산화 작용은 질산화 세균에 의해 일어나는 암모늄 이온(NH_4^+)이 질산 이온(NO_3^-)으로 전환되는 과정이다. ㉢은 질산 이온이 생산자에 흡수되어 유기 질소 화합물(핵산, 단백질 등)로 합성되는 작용을 나타낸 것이다.
ㄷ. 뿌리혹박테리아는 대기 중의 N_2를 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환하는 질소 고정 작용(㉣)을 한다.

* 질소의 순환

주요 단계	물질 전환	생물
질소 고정 작용	$N_2 \rightarrow NH_4^+$	질소 고정 세균 (뿌리혹박테리아)
질소 동화 작용	$NH_4^+ \rightarrow$ 단백질	식물
질산화 작용	$NH_4^+ \rightarrow NO_3^-$	질산화 세균 (아질산균, 질산균)
탈질산화 작용	$NO_3^- \rightarrow N_2$	탈질산화 세균

내신 수능 S

내신 수능

T 생물의 다양성 문제편 305~306p

01 정답 ④ * 유전적 다양성

| 문제+자료 분석 |

- 같은 종이라도 개체군 내의 개체들이 유전자의 변이로 인해 다양한 형질이 나타나는 것을 유전적 다양성이라고 한다.
- 그림에서 같은 종인 여러 달팽이들의 껍데기가 다른 것은 유전적 다양성 때문이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 같은 종의 달팽이의 형질이 다양한 것은 유전적 다양성을 나타낸 것이다.
ㄴ. 유성 생식은 유전자 조합을 다양하게 하므로 유전적 다양성을 증가시켜 다양한 형질이 나타나게 한다.
ㄷ. 달팽이 껍데기의 형질이 다양할수록 유전적 다양성이 높은 것으로 환경 변화에 살아남을 가능성이 크다.

02 정답 ② * 생물 다양성 ····· [정답률 87%]

| 문제+자료 분석 |

- 생물 다양성은 일정한 지역에 존재하는 생물의 다양한 정도를 의미하며 개체군의 유전적 다양성, 생태계의 종 다양성, 넓은 지역의 생태계 다양성의 3가지를 포함한다.
- **A**: 같은 종의 개체들의 유전적 다양성을 의미한다.
- **B**: 삼림, 초원, 강 등의 생태계 다양성을 의미한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 같은 종의 얼룩말에서 줄무늬가 다양하게 나타는 것은 같은 종에서 유전자 차이에 의해 나타나는 형질의 다양성을 의미하므로 유전적 다양성에 해당한다.
ㄴ. 유전적 다양성(A)이 높은 종은 다양한 형질의 차이를 가진 변이가 있기 때문에 환경이 급격하게 변하거나 전염병이 생겼을 때 그 환경에 적응하여 살아남을 개체가 있을 확률이 높으므로 멸종될 가능성이 낮다.
ㄷ. 초원, 강, 하천 등 생물 서식지의 다양성을 나타내므로 생태계 다양성에 해당한다.

03 정답 ② * 유전적 다양성

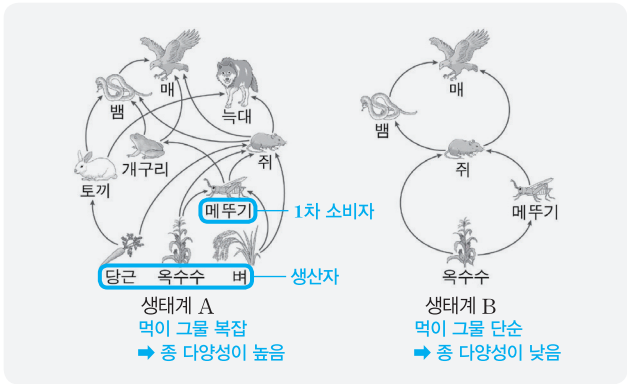
| 문제+자료 분석 |

- 과거 아일랜드 감자는 유전적 차이가 거의 없었기 때문에 감자 역병이 발생하면서 모든 감자가 죽게 된 것이다.
- 반면, 유전적 다양성이 높은 종은 개체들의 형질이 다양하여 환경이 급격히 변하거나 전염병이 발생했을 때 살아남을 수 있는 유리한 형질을 가진 개체가 존재할 확률이 높다. 따라서 멸종될 확률이 낮다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 단일 품종의 재배는 대립유전자나 형질의 다양성을 감소시켜 유전적 다양성을 낮아지게 하므로 이 글은 유전적 다양성의 중요성을 시사하는 글이다.
ㄴ. 유전적 다양성이 높을수록 다양한 대립유전자를 가져 환경 변화에도 살아남을 가능성이 크므로 멸종 가능성이 작다.
ㄷ. 단일한 품종의 작물을 재배하면 개체 사이에 유전적 차이가 거의 없어 질병이나 환경 변화가 생겼을 때 멸종하기 쉬우므로 생물 다양성을 보존하기 어렵다.

04 정답 ① * 생태계 평형 ····· [정답률 73%]



| 문제+자료 분석 |

- 생물 다양성은 생태계의 기능과 안정성 유지에 매우 중요한 역할을 한다. 먹이 그물이 복잡한 생태계는 종 다양성이 높아 먹이 그물이 단순한 생태계보다 생태계 평형이 잘 유지된다.
- **생태계 A**: 종 다양성이 높고, 먹이 그물이 복잡하다.
- **생태계 B**: 종 다양성이 낮고, 먹이 그물이 단순하다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 생태계 A에서 메뚜기는 옥수수와 벼를 먹는 1차 소비자이다.
ㄴ. 종 다양성이 낮은 생태계 B에서는 쥐가 사라지면 뱀의 먹이가 없어지므로 뱀도 사라진다.
ㄷ. A는 먹이 그물이 B에 비해 더 복잡한 생태계이다. A는 B보다 생물 다양성이 높아 생태계 평형이 더 안정적으로 유지된다.

* 생물 다양성

유전적 다양성	한 개체군 내에 존재하는 유전적 변이의 다양한 정도이다.
종 다양성	한 생태계 내의 군집에 서식하고 있는 생물종의 다양한 정도이다.
생태계 다양성	일정한 지역에 존재하는 생태계의 다양한 정도이다.

05 정답 ⑤ * 생물 자원의 이용

| 문제+자료 분석 |

- **생물 자원**: 인간이 생물로부터 얻는 자원으로 인류를 위하여 실질적으로 가치가 있는 유전 자원과 생물체를 의미한다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 푸른곰팡이에서 유래한 페니실린은 세균의 증식을 억제해 의약품으로 활용되는 자원이다.
ㄴ. 면을 제공하는 목화, 식량으로서의 쌀, 건축 자재로 사용되는 소나무 등 생물 자원은 인간에게 의식주를 제공한다.
ㄷ. 휴양림과 갯벌 체험 등 생태계는 관광 자원으로 이용될 수 있다.

06 정답 ⑤ * 생물 자원

| 문제+자료 분석 |

- **생물 자원**: 인간이 생물로부터 얻는 자원으로 인류를 위하여 실질적으로 가치가 있는 유전 자원과 생물체를 의미한다.

| 선택지 분석 |

① 목화씨의 솜털에서 만들어낸 면섬유는 의복의 재료가 된다.
② 버드나무 껍데기에서 의약품의 재료인 아스피린 원료인 살리실산을 추출한다.
③ 가을 단풍이 든 산에 올라 풍경을 즐기며 휴식을 취하는 것은 관광 자원에 해당한다.
④ 냉해에 강한 유전자를 다른 생물에서 추출하여 겨울에도 기를 수 있는 벼를 만드는 것은 유전자 자원을 이용한 예이다.
⑤ 생물 자원은 인간의 생활에 이용하는 자원 중 생물로부터 얻은 것으로, 의식주에 도움이 되는 것뿐만 아니라 관광 자원, 지표종 자원 등도 포함된다.

* 생물 자원

의식주 자원	작물 — 목화 / 식량 — 쌀, 밀 / 주택 재료 — 나무
의약품 자원	항생제인 페니실린의 원료 — 푸른곰팡이
지표종 자원	특정 지역의 환경 상태를 알려주는 지의류
관광 자원	여가 활동 장소 — 휴양림 / 생태 체험 학습장 — 갯벌

07 정답 ① * 생물 다양성 보존

| 문제+자료 분석 |

- 생물 다양성 보존 방법에는 자원을 재활용하거나 다양한 국제 협약을 통해 생물 다양성 보전 활동을 펼치고, 국립 공원을 지정하고 관리하는 것 등이 있다.

| 선택지 분석 |

A. 종자 은행은 식물 종의 보존 및 활용을 위해 종자를 장기간 보관해 생물 다양성을 보존할 수 있다.
B. 남획은 개체군의 크기를 감소시켜 생물 다양성을 감소시킨다. 생물 다양성을 보존하기 위해서는 남획을 금지해야 한다.
C. 생태 통로를 설치하면 단편화된 서식지에서 동물들의 이동 경로를 확보할 수 있다.

* 생물 다양성 보존 대책

서식지 보호	군집 단위로 큰 서식지를 보호하는 것이 한 종의 특정 서식지를 보호하는 것보다 효과적이다.
생태 통로 설치	단편화된 서식지에 생태 통로를 설치하여 동물의 이동 경로를 확보하고 동물들의 사고를 방지한다.
보호 구역 지정	보호 구역 지정으로 생물의 불법 포획 및 남획을 방지한다.
종자은행	여러 식물의 종자를 수집하고 저장하여 멸종을 방지하고 각 품종이 가진 유용한 유전자를 보존한다.
국제 협약	• 남획을 막기 위한 생물 다양성 협약 • 멸종 위기에 처한 야생 동식물의 국제 거래에 대한 협약(CITES)

08 정답 ③ * 종 다양성

| 문제+자료 분석 |

- 종 다양성이란 한 생태계에 다양한 생물 종이 균등하게 분포하여 살고있는 정도를 나타낸 것이다.
- 단순히 종의 수가 많을 때 종 다양성이 높은 것이 아니며 종 균등도를 모두 고려하여 종의 수가 많고 종의 비율이 고를수록 종 다양성이 높다.

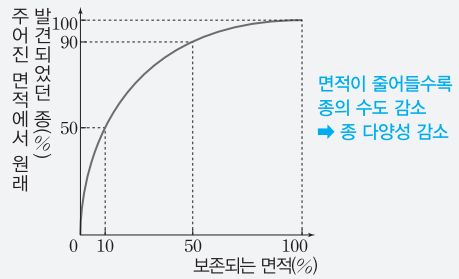
| 보기 분석 |

ㄱ. (가)와 (나)는 종의 수는 5종으로 같으나 (가)보다 (나)에서 종이 고르게 분포하므로 (나)가 종 다양성이 높다.
ㄴ. (나)가 종 다양성이 높으므로 (가)보다 생태계 안정성이 크다.
ㄷ. (가)와 (나)에 서식하는 종의 수가 같으므로 종 풍부도는 동일하다.

* 종 다양성

종	생물 분류의 기본 단위로, 서로 교배하여 생식 능력이 있는 자손을 낳을 수 있는 개체 집단이다.
종 풍부도	일정 면적 내에 서식하는 생물종의 수이다.
종 균등도	일정 면적 내에 서식하는 생물종들 사이에 개체 수의 비율이 유사한 정도이다.

09 정답 ④ * 생물 다양성 감소



| 문제+자료 분석 |

- 대규모의 서식지가 소규모로 분할되는 서식지 단편화는 서식지 면적을 줄이고, 생물 이동을 제한하여 고립시키기 때문에 그 지역에 서식하는 개체군의 크기가 작아지고, 종의 수도 줄어든다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 서식지의 면적이 넓을수록 다양한 종이 발견되므로 생물 다양성이 증가한다. 반면 서식지에서 보존되는 면적이 줄어들면 같은 면적에서 원래 발견되던 종보다 적은 수의 종이 발견되므로 생물 다양성이 감소한다.
ㄴ. 서식지 면적의 50 %가 보존되면 주어진 면적에서 원래 발견되던 종의 90 %만 발견되므로 10 %가 멸종한다.
ㄷ. 서식지 면적의 10 %가 보존되면 주어진 면적에서 원래 발견되던 종의 50 %만 발견되므로 절반이 멸종한다.

내신 수능 T

memo